

RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL PRELIMINAR

Ley N° 294/1993 "De Evaluación de Impacto Ambiental"

PROYECTO

Proyecto Red Vial Estructurante – Accesos Ruta PY02:
Acceso Ruta PY02 – Ypacaraí y Acceso Ruta PY02 – San
Bernardino (Lote 1 – Tramos 11 y 12)

PROPONENTE

Rutas del Este S.A.

UBICACIÓN

Tramo 11 (Zona 21 J)

Inicio de tramo: X: 452.560 m E, Y: 7.206.780 m S

Final de tramo: X: 449.521 m E, Y: 7.205.590 m S

Distrito Luque, Departamento Central

Tramo 12 (Zona 21 J)

Inicio de tramo: X: 449.521 m E, Y: 7.205.590 m S

Final de tramo: X: 447.843 m E, Y: 7.205.038 m S

Distrito Luque, Departamento Central

EQUIPO CONSULTOR

CONSULTORA AMBIENTAL DEL PARAGUAY

SOCIEDAD ANÓNIMA (CAPY S.A.)

CTCA E-173

Diciembre, 2025

LISTA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO DEL RELATORIO	5
2.1. General.....	5
2.2. Específicos.....	5
3. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	6
3.1. Datos del proyecto.....	6
3.2. Datos del proponente.....	6
3.3. Datos de la contratante.....	6
3.4. Datos de la consultora ambiental.....	6
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
4.1. Descripción general del proyecto completo.....	7
4.2. Descripción específica del Lote 1.....	7
4.2.1. Tramo 11 (PK 27+115 al 30+750): Viaducto Elevado.....	8
4.2.2. Tramo 12 (PK 30+750 al 32+420): Calzada a nivel del terreno.....	13
4.3. Etapas del proyecto.....	17
4.3.1. Etapa de diseño	17
4.3.2. Etapa de construcción.....	17
4.4. Recursos y servicios para la Etapa Constructiva.....	21
4.4.1. Recursos humanos.....	21
4.4.2. Servicios y recursos.....	22
4.5. Plazo de ejecución.....	24
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	25
5.1. Área de influencia directa (AID).....	25
5.2. Área de influencia indirecta (AII).....	30
6. DIAGNÓSTICO FÍSICO, BIÓTICO Y SOCIAL	32
6.1. Medio físico.....	32
6.1.1. Clima 32	
6.2. Medio biótico.....	49
6.2.1. Metodología de la evaluación ecológica rápida - EER.....	51
6.3. Medio Socioeconómico y Cultural.....	57
6.3.1. Departamento Central.....	58
6.3.2. Diagnóstico socioeconómico.....	60
7. MARCO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO.....	65
7.1. Marco constitucional.....	65
7.1.1. Desarrollo de los principios constitucionales	65
7.2. Marco legal ambiental general.....	67
7.3. Institucionalidad involucrada.....	69
7.3.1. Instituciones nacionales de planificación y ejecución (liderazgo del proyecto).....	69
7.3.2. Instituciones con competencia ambiental relevante para el proyecto.....	70
7.3.3. Instituciones de Bienestar social y laboral (aspectos sociales y de empleo)	70

7.3.4.	Instituciones de Gobierno local y departamental.....	71
7.3.5.	Otras instituciones relevantes.....	72
7.4.	Consideraciones legales ambientales específicas para los tramos 11 y 12...	72
7.4.1.	Bosques protectores de cauces hídricos.....	72
7.4.2.	Bienes de patrimonio cultural.....	73
7.5.	Estimación de la significación socioeconómica.....	73
7.5.1.	Introducción y metodología.....	73
7.5.2.	Generación de empleo directo e indirecto.....	74
7.5.3.	Conectividad y reducción de costos logísticos.....	75
7.5.4.	Incremento de la productividad territorial.....	75
7.5.5.	Desarrollo local inclusivo.....	76
7.5.6.	Aportes al desarrollo sustentable.....	76
7.5.7.	Conclusión.....	77
8.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	79
8.1.	Evaluación de Impacto Ambiental (EVIA).....	79
8.2.	Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA).....	81
9.	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL.....	89
9.1.	Generalidades sobre el PGAS.....	90
9.1.1.	Responsabilidades.....	90
9.1.2.	Equipo de Gestión Socioambiental.....	90
9.1.3.	Niveles de control de la gestión socioambiental.....	92
9.2.	Conformación del PGAS.....	93
9.2.1.	Programa de Mitigación de Impactos Directos.....	93
9.2.2.	Programa de Mitigación de Impacto Indirectos.....	95
9.2.3.	Programa de Monitoreo.....	96
10.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	97
10.1.	Metodología de análisis de alternativas.....	97
10.1.1.	Determinación del marco de restricciones.....	97
10.1.2.	Definición de alternativas tecnológicas.....	98
10.1.3.	Identificación de criterios de evaluación.....	98
10.1.4.	Asignación de ponderaciones.....	98
10.1.5.	Evaluación comparativa mediante matriz multicriterio.....	99
10.1.6.	Determinación de la alternativa más favorable.....	99
10.2.	Resultados.....	99
10.2.1.	Análisis de resultados.....	100
10.2.2.	Observaciones.....	100
10.2.3.	Recomendación.....	100
11.	CONCLUSIONES.....	102
12.	RECOMENDACIONES.....	104
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	107

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro N° 1. Datos del proyecto	6
Cuadro N° 2. Datos del proponente.....	6
Cuadro N° 3. Datos de la contratante.....	6
Cuadro N° 4. Datos de la consultora ambiental.....	6
Cuadro N° 5. Agrupación de tramos en lotes	7
Cuadro N° 6. Constitución del Lote 1 (Tramo 11 y 12)	8
Cuadro N° 7. Recursos humanos para la etapa de construcción.	22
Cuadro N° 9. Cronograma de la Etapa de Construcción del Lote 1.....	24
Cuadro N° 10. Superficie aproximada del Área de Influencia Directa del Lote 1 (Tramo 11 y 12).....	26
Cuadro N° 11. Factores de estudio en el Área de Influencia del proyecto	31
Cuadro N° 12. Parámetros climáticos por departamento.....	34
Cuadro N° 13. Datos de temperatura, Precipitación, Humedad y Altitud.....	34
Cuadro N° 14. Comparativo de Precipitación y Humedad Relativa.....	37
Cuadro N° 15. Tabla de datos de Evapotranspiración	38
Cuadro N° 16. Tabla de datos de Radicación Solar	38
Cuadro N° 17. Tabla de características geológicas y geomorfológicas.....	43
Cuadro N° 18. Parámetros fisicoquímicos promedio del agua superficial (Cuenca Lago Ypacaraí).....	46
Cuadro N° 19. Tramos censados.....	60
Cuadro N° 20. Situación laboral.....	60
Cuadro N° 21. Percepción sobre el proyecto.....	61
Cuadro N° 22. Instituciones educativas identificadas en el Área de Influencia.....	63
Cuadro N° 23. Instituciones nacionales involucradas.....	69
Cuadro N° 24. Instituciones con competencia ambiental relevante.	70
Cuadro N° 25. Instituciones con competencia de bienestar social y laboral.	70
Cuadro N° 26. Instituciones de gobierno local y departamental.....	71
Cuadro N° 26. Otras instituciones relevantes.....	72
Cuadro N° 27. Equipo de Gestión Socioambiental del proyecto	91
Cuadro N° 28. Conformación de los Programa de Mitigación de Impactos Directos..	94
Cuadro N° 29. Conformación de los sub-programas del Programa de Mitigación de Impactos Indirectos.....	95
Cuadro N° 30. Conformación de los sub-programas del Programa de Monitoreo.....	96
Cuadro N° 31. Tabla multicriterio (valores, ponderaciones y cálculos).....	99

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura N° 1. Muros de tierra armada entorno al Pk 27+000	9

Figura N° 2. Muros de tierra armada entorno al Pk 30+800	9
Figura N° 3. Sección tipo – Tablero.....	10
Figura N° 4. Sección tipo – Estructura (PK 27+115 al PK 30+449)	11
Figura N° 5. Sección tipo – Estructura (PK 30+449 al PK 30+750).	12
Figura N° 6. Planta General Tramo 12	13
Figura N° 7. Ramal faltante en el nudo de la Conmebol.....	13
Figura N° 8. Sección tipo Tramo 12 PK 30+750 al PK 31+060.....	14
Figura N° 9. Sección tipo Tramo 12 PK 31+060 al PK 32+420.....	14
Figura N° 10. Desplazamiento cruce entorno PK30+700	16
Figura N° 11. Vía colectora PK 31+500 al 31+800	16
Figura N° 12. Área de Influencia del proyecto	25
Figura N° 13. Incertidumbre sobre las condiciones del suelo en las inmediaciones de estaciones de servicios (Pk 32+100).....	27
Figura N° 14. Incertidumbre sobre las condiciones del suelo en las inmediaciones talleres mecánicos (Pk 28+400).....	27
Figura N° 15. Deficiencia en el drenaje fluvial, colmatación, escombros y basura (Pk 28+900).....	27
Figura N° 16. Deficiencia en el drenaje fluvial, colmatación, escombros y basura (Pk 31+300).	27
Figura N° 17. Deficiencia en el drenaje fluvial, colmatación, escombros y basura (Pk 31+700).....	27
Figura N° 18. Vertederos de basura a cielo abierto (Pk 28+950).	27
Figura N° 19. Ocupación informal de franjas de dominio del ferrocarril (Pk 28+850)....	28
Figura N° 20. Ocupación informal de franjas de dominio del ferrocarril (Pk 30+250)..	28
Figura N° 21. Ocupación informal de franjas de dominio del ferrocarril (Pk 31+900)....	28
Figura N° 22. Ocupación informal de franjas de dominio del ferrocarril (Pk 28+400)..	28
Figura N° 23. Zona de movimientos de sueltos, excavaciones, suelos desnudos y proceso erosivos (Pk 28+800).....	28
Figura N° 24. Incertidumbre sobre la localización y condición de las vías férreas en zonas donde el pavimento u otros materiales las cubren (Pk 28+400).	28
Figura N° 25. Incertidumbre sobre la localización y condición de las vías férreas en zonas donde el pavimento u otros materiales las cubren (Pk 28+900).....	29
Figura N° 26. Incertidumbre sobre la localización y condición de las vías férreas en zonas donde el pavimento u otros materiales las cubren (Pk 30+500).	29
Figura N° 27. Deterioro de veredas (Pk 31+700).....	29
Figura N° 28. Vertederos de basura a cielo abierto (Pk 31+000).....	29
Figura N° 29. Precipitación mensual año 2024 y la normal climatológica, periodo 1991-2020.....	34
Figura N° 30. Datos históricos de temperatura en 2024 en el Aeropuerto Internacional de Asunción Silvio Pettirossi.....	35
Figura N° 31. Datos históricos de temperatura en 2024 en el Aeropuerto Internacional de Asunción Silvio Pettirossi.....	35
Figura N° 32. Mapa de precipitaciones.....	36
Figura N° 33. Mapa geológico del proyecto.....	41
Figura N° 34. Mapa topográfico del proyecto.....	43

Figura N° 35. Mapa de Cuencas Hidrográficas del Proyecto.....	47
Figura N° 36. Ecorregiones del Paraguay.....	50
Figura N° 37. Ecorregiones del área del proyecto.....	51
Figura N° 38. Impacto acumulativo respecto del impacto producido por el proyecto base.....	82
Figura N° 39. Variación del impacto acumulativo normalizado a lo largo del periodo de análisis.....	82

ACRÓNIMOS

AA	Auditoría Ambiental
AS	Acoso Sexual
ÁID	Área de Influencia Directa
ÁII	Área de Influencia Indirecta
APP	Alianza Público Privada
ATPC	Actas Técnicas de Pre-Construcción
ASP	Área Silvestre Protegida
ASV	Asunción–Sapucaí–Villarrica
CBR	<i>California Bearing Ratio</i> , en español Índice de Soporte California
CdC	Código de Conducta
CTCA	Catastro técnico de consultores ambientales
DAP	Diámetro de altura de pecho
DGEEC	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos
DGSA	Dirección General Socio Ambiental
DIMABEL	Dirección General de Materiales Bélicos
DGCCARN	Dirección de General de Control y Conservación de los Recursos Naturales
DMH	Dirección de Meteorología e Hidrología
EAS	Explotación y Abuso Sexual
EGA	Espacio Geográfica de Análisis
EGIA	Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos
EER	Evaluación Ecológica Rápida
EGS	Especialista en Género y Social
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EIAP	Estudio de Impacto Ambiental Preliminar
EPI	Equipo de Protección Individual
ETAG	Especificaciones Técnicas Ambientales Generales
ETP	Evapotranspiración potencial
EVIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EvIP	Evaluación de Impacto Patrimonial
FCAP	Ficha de Clasificación Preliminar de Proyectos Viales
FCCP	Ferrocarril Central del Paraguay
FEPASA	Ferrocarriles del Paraguay S.A.
FFCC	Ferrocarril
GEI	Gases de efecto invernadero
IFC	Corporación Financiera Internacional
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
ISSA	Informe de Seguimiento Socioambiental
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
MGR	Mecanismo de Gestión de Reclamos
MIPYMES	Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones

ND	Normas de Desempeño
IFC	<i>International Finance Corporation</i> , en español Corporación Financiera Internacional (IFC)
INDI	Instituto Nacional del Indígena
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> , en español Organización Internacional de Normalización)
NE	Noreste
NW	Noroeste
ODS	Objetivos de Desarrollo
ODT	Obras de drenaje transversal
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización No Gubernamental
PCVA	Plan de Control y Vigilancia Ambiental
PGAS	Plan de Gestión Ambiental y Social
PMSA	Plan de Manejo Socio Ambiental
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PPPI	Plan de Participación de Partes Interesadas
RIMA	Relatorio de Impacto Ambiental
RRMLY	Reserva de Recursos Manejados del Lago Ypacaraí
S	Sur
SGSA	Sistema de Gestión Socio Ambiental
S.A.	Sociedad Anónima
SE	Sureste
SEN	Secretaría de Emergencia Nacional
SIAM	Sistema de Información Ambiental
SENATUR	Secretaría Nacional de Turismo
SNC	Secretaría Nacional de Cultura
SYSO	Seguridad y Salud Ocupacional
RRHH	Recursos Humanos
VEC	<i>Valued Environmental Components</i> , en español Valoración de Elementos o Componentes
VBG	Violencia Basada en Género
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNA	Universidad Nacional de Asunción
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UTM	Universal Transverse Mercator
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical

EQUIPO TÉCNICO

Consultora Ambiental

Ing. Sofía Ayala

Equipo interno de apoyo

Ing. Claudia Sánchez, Coordinadora

Ing. Saúl Jara Rotela, Co-Coordinador

Ing. Evelyn Centeno, Técnica Ambiental

Ing. Daniela Ávila, Técnica Ambiental

Ing. Cristhian Báez, Biodiversidad

Dr. Víctor Genes, Social y comunicación

Abog. Ariel Jara, Legal

Ing. Juan Ignacio, Sistema de Información Geográfica

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2015, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) realizó una licitación pública con el propósito de llevar adelante el proyecto de **“Diseño, financiación, construcción, mantenimiento y operación de la Ruta PYO2”**. Dicha licitación fue realizada en el marco de la Ley N° 5102/2013 “Promoción de la inversión en infraestructura pública y ampliación y mejoramiento de los bienes y servicios a cargo del Estado” y resultó adjudicada la empresa Rutas del Este S.A. según **Contrato de Participación Público Privada N° 01/2017**, suscrito el 14/03/2017.

El proyecto obtuvo su Declaración de Impacto Ambiental a través de la **Declaración DGCCARN N° 2039/2017** de fecha 15/11/2017 y sus Informes de Auditoría del Cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental, sucesivamente aprobados a través de las siguientes resoluciones:

- Resolución DGCCARN AA N° 1.805/2021, de fecha 14/06/2021.
- Resolución DGCCARN AA N° 184/2023, de fecha 25/01/2023.
- Resolución DGCCARN AA N° 262/2024, de fecha 14/08/2024.

El proyecto contempló la duplicación de calzada de la Ruta PYO2, específicamente en el tramo comprendido entre Ypacaraí y Caaguazú, incluyendo la construcción de nuevas variantes con el objetivo principal de desviar la calzada principal de las zonas urbanas. Este proyecto se desarrolló entre los años 2019 y 2023, ingresando oficialmente en su etapa de operación y mantenimiento a través de la Resolución N° 188/2024 del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC).

En esta última etapa de construcción, a solicitud del MOPC a través de la Nota DV N° 2.215/2023, de fecha 3/08/2023, Rutas del Este S.A. desarrolló la ingeniería de detalle para nuevas obras viales que mejoren la conectividad entre la Ruta PYO2 y el Área Metropolitana de Asunción. La ejecución de estas nuevas obras viales se suscribió a través de la Adenda N° 7 y el Convenio Modificadorio N° 1 al Contrato y contemplaron las siguientes obras viales:

- Tramo 8 – PK 0+000 a PK 2+400.
- Tramo 9 – PK 2+400 a PK 12+400.
- Tramo 10.1 – PK 12+400 a PK 16+900.
- Tramo 10.2 – PK 16+900 a PK 21+900.
- Tramo 10.3 – PK 21+900 a PK 27+115.
- Tramo 11 – PK 27+115 a PK 30+750.
- Tramo 12 – PK 30+720 a PK 32+420.
- Tramo 13 – PK 0+000 a PK 3+200.
- Tramo 14 – PK 3+200 a PK 24+280.
- Tramo 16 Fase 1 – PK 30+860 A PK 35+560.

- Tramo 16 Fase 2 – PK 30+860 A PK 35+560.

Cabe destacar que estas nuevas obras viales se encuentran comprendidas dentro del alcance contractual del proyecto **“Diseño, Construcción, Operación y Financiamiento de la infraestructura vial en la Ruta PYO2”**. En consecuencia, las actividades de operación y mantenimiento de las mismas quedarán incorporadas al contrato vigente, no requiriendo una evaluación ambiental adicional para dichas etapas. Por ello, la Evaluación de Impacto Ambiental aplicable a este nuevo paquete de obras se circunscribe exclusivamente a la fase de construcción, dado que su operación y mantenimiento están ya contemplados y regulados por el proyecto original y con su respectiva Declaración de Impacto Ambiental correspondiente.

Precisamente en el marco de la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente a estas nuevas obras, y a través del **Expediente MADES N° 6.173/2025**, la empresa Rutas del Este S.A. presentó el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar. Durante dicho proceso se desarrollaron las siguientes actuaciones:

- El proponente publicó la disposición del RIMA del proyecto.
- Los actores sociales presentaron objeciones formales al proyecto a través de la Mesa de Entrada del MADES.
- El MADES ordenó la realización de Audiencia Pública, durante la cual los actores sociales presentaron observaciones varias.
- Las dependencias del MADES evaluaron el expediente y emitieron recomendaciones.
- El proponente respondió las observaciones y ajustó el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar a un Estudio de Impacto Ambiental con enfoque de acumulación de impactos, agrupando tramos en lotes de similar naturaleza. Además, definió lineamientos para elaborar Estudios de Impacto Ambiental específicos por lote, que consideren integralmente las particularidades técnicas, sociales y territoriales, facilitando así una gestión más eficaz de los impactos y conflictos potenciales.

Este proceso culmina con la otorgación de la Declaración de Impacto Ambiental por parte del MADES a través de la **Declaración DGCCARN N° 2.629/2025**, de fecha 13/11/2025, sujeta a la agrupación de tramos en lotes de similar naturaleza y a la realización de Estudios de Impacto Ambiental específicos para cada lote. Por este motivo, el proponente del proyecto ingresó el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental del **Lote 1** del proyecto, el cual se compone del Tramo 11 y Tramo 12, elevándose a consideración del MADES para su evaluación y correspondiente expedición de Declaración de Impacto Ambiental.

A esta documentación se añadió el presente **Relatorio de Impacto Ambiental (RIMA)**. Es importante destacar que el RIMA **no constituye una copia fiel ni exhaustiva del EIA**. Conforme a los principios de la Ley N° 294/1993 "De Evaluación de Impacto Ambiental", su finalidad es **poner a disposición del público una versión clara, sintética y comprensible** de los aspectos más relevantes del proyecto y de sus impactos. Su propósito es facilitar la participación ciudadana y garantizar que las personas interesadas accedan, en un lenguaje sencillo, a la información esencial del estudio ambiental, sin necesidad de reproducir el contenido técnico completo del EIA.

Cabe destacar que el Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) propuesto, sigue las pautas establecidas en las Normas de Desempeño (ND) de la Corporación Financiera Internacional (IFC), así como en la ISO 14001:2015 "*Sistema de Gestión Ambiental*", ISO 45001:2018 "*Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*" y la ISO 9001:2015 "*Sistemas de Gestión de la Calidad*"; a los cuales el proponente se encuentra familiarizado a través de su Sistema Integrado de Gestión Ambiental, Social, Calidad, Salud y Seguridad, orientado por su Política de Gestión Integrada, cuyos principios rectores son:

- Cumplir con la legislación y otras regulaciones aplicables.
- Ejecutar los trabajos en estricto cumplimiento de los requisitos del contrato, garantizando así la satisfacción de sus clientes.
- Optimizar el uso de los recursos, incluyendo las fuentes de energía (eléctrica, combustibles) y gestionar la obtención de los materiales de manera sustentable.
- Gestionar apropiadamente los residuos generados, reduciendo su generación, promoviendo el reciclaje y disponiendo adecuadamente, con especial atención a los residuos peligrosos.
- Evitar las emisiones a la atmósfera de gases, humo, polvo y gestionar adecuadamente los efluentes líquidos.
- Minimizar o compensar los daños a los ecosistemas, incluyendo suelo, agua, cobertura vegetal, vida silvestre y el hábitat de las comunidades.
- Proporcionar lugares de trabajo saludables, reduciendo los riesgos a la salud y a la seguridad de trabajadores, contratistas y a las comunidades a los niveles más bajos posibles.
- Promover la consulta y la participación de los trabajadores.
- Velar por el cumplimiento de los más altos estándares de ética en la gestión empresarial, incluyendo respeto a los derechos humanos, abolición de prácticas de discriminación, acoso y trabajo infantil, y la gestión con integridad, transparencia y responsabilidad.
- Mantener canales de comunicación eficaces con partes interesadas incluyendo clientes, trabajadores, autoridades nacionales y locales, comunidades y organismos no gubernamentales sobre temas de interés común y garantizar la disponibilidad de información veraz, oportuna y relevante sobre las actividades de la empresa.

-
- Garantizar la disponibilidad de recursos necesarios para implementar el Sistema de Gestión Integrada.
 - Asegurar una capacitación adecuada a sus funcionarios y contratistas;
 - Promueve la adopción de procesos innovadores y uso de la tecnología que facilite sus objetivos.
 - Fomenta una gestión que garantice la disponibilidad de la información adecuada, y la adopción de objetivos que promuevan la mejora continua.

2. OBJETIVO DEL RELATORIO

2.1. General

Presentar, en un lenguaje claro, sintético y accesible, los aspectos más relevantes del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Lote 1, con el fin de facilitar la comprensión pública del proyecto y promover la participación informada de las partes interesadas, conforme a los principios de transparencia, divulgación y acceso a la información establecidos en la Ley N.º 294/1993 y sus reglamentaciones.

2.2. Específicos

- Resumir de manera ordenada y comprensible las características principales del proyecto, sus acciones y fases, sin reproducir de forma exhaustiva el contenido técnico del EIA.
- Exponer las áreas de influencia ambiental y social consideradas en el EIA, destacando los elementos esenciales necesarios para la comprensión general del contexto territorial.
- Presentar la síntesis de la línea de base ambiental y social, resaltando los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos más relevantes para interpretar los impactos evaluados.
- Describir de forma clara los impactos ambientales y sociales identificados en el EIA, enfatizando su naturaleza, magnitud y significancia, en un formato accesible para el público no especializado.
- Informar las principales medidas de prevención, mitigación, compensación y monitoreo propuestas en el Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS), asegurando su comprensión por parte de las comunidades y actores involucrados.
- Contribuir al proceso de participación ciudadana previsto en la normativa ambiental, brindando información suficiente para que la población pueda formular opiniones, observaciones o aportes fundamentados respecto al proyecto.

3. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

A continuación, los datos identificatorios del proyecto.

3.1. Datos del proyecto

Cuadro N° 1. Datos del proyecto

#	Requerimiento	Detalle
1	Denominación	Proyecto Red Vial Estructurante: Accesos RutaPYO2 – Ypacaraí y Acceso Ruta PYO2 – San Bernardino (Lote 1 – Tramos 11 y 12)
2	Lugar	Distrito de Luque, Departamento Central

3.2. Datos del proponente

Cuadro N° 2. Datos del proponente

#	Requerimiento	Detalle
1	Denominación	Rutas del Este S.A.
2	RUC N°	80096068-8

3.3. Datos de la contratante

Cuadro N° 3. Datos de la contratante

#	Requerimiento	Detalle
1	Denominación	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)
2	RUC N°	80004239-5
3	Persona	Jurídica
4	Dirección	Oliva N° 411, Asunción
5	Teléfono	+595 21 414 9000

3.4. Datos de la consultora ambiental

Cuadro N° 4. Datos de la consultora ambiental

#	Requerimiento	Detalle
1	Denominación	Consultora Ambiental del Paraguay S.A. (CAPY S.A.)
2	RUC N°	80137480-4

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. Descripción general del proyecto completo

Según el Decreto N° 453/2013, que reglamenta la Ley N° 294/1993 “De Evaluación de Impacto Ambiental”, el presente proyecto corresponde a la clasificación de “Obras viales” (Inc. k, Art. 2°) ya que efectivamente esta intervención contempla la construcción, ampliación y duplicación de rutas con el fin de mejorar los niveles de servicio de la Ruta PYO2 mediante su interconexión con Asunción a través de dos accesos:

- **Acceso 1 – San Bernardino:** Conecta la Ruta PYO2 con Asunción, desde San Bernardino, pasando por Luque.
- **Acceso 2 – Ypacaraí:** Conecta la Ruta PYO2 con Asunción, desde Ypacaraí, pasando por Itauguá, Areguá y Luque.

Esta nueva intervención tiene como objetivo principal descongestionar los accesos y salidas de la capital hacia la ruta, facilitando así el flujo vehicular, mejorando la seguridad vial y reduciendo los tiempos de desplazamiento. Para tal fin, el proyecto se estructuró en 10 tramos constructivos, los cuales, en el marco del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, fueron agrupados estratégicamente en lotes según criterios socioambientales y culturales, conformándose de la siguiente manera.

Cuadro N° 5. Agrupación de tramos en lotes

#	Lote	Tramo	Pk	Coordenada UTM (Zona 21 J)		Pk	Coordenada UTM (Zona 21 J)	
				X (m)	Y (m)		X (m)	Y (m)
1	Lote 1	11	27+115	452.560	7.206.780	30+750	449.521	7.205.590
		12	30+750	449.521	7.205.590	32+420	447.509	7.205.803
2	Lote 2	9	2+400	470.091	7.192.119	12+400	463.281	7.199.046
		10.2	16+900	460.511	7.202.314	21+900	457.447	7.205.841
		14	3+230	457.501	7.208.733	24+287	468.951	7.202.603
3	Lote 3	16	30+860	472.456	7.197.303	35+560	473.600	7.192.824
		10.3	21+900	457.447	7.205.841	27+115	452.560	7.206.780
4	Lote 4	13	0+000	455.806	7.206.039	3+230	457.501	7.208.733
		8	0+400	472.188	7.191.568	2+400	470.091	7.192.119
5	Lote 5	10.1	12+400	463.281	7.199.046	16+900	460.511	7.202.314

4.2. Descripción específica del Lote 1

El presente documento se focaliza en el análisis del Lote 1, compuesto por los Tramos 11 y 12, los cuales han sido agrupados debido a su carácter urbano y a que ambos utilizan la franja de dominio del ferrocarril, implicando importantes componentes sociales y culturales. Dada la alta densidad urbanística de la zona, el Tramo 11 contempla la construcción de un Viaducto Elevado, diseñado específicamente para sortear las áreas urbanas y minimizar las interferencias con

el flujo vehicular existente en la ciudad de Luque, garantizando así la continuidad y seguridad del tránsito local.

El Lote 1 cuenta con una longitud total de 5,3 km, de los cuales 3,6 km corresponden al Viaducto Elevado (Tramo 11) y 1,6 km corresponden a una doble calzada a nivel del terreno (Tramo 12).

Cuadro N° 6. Constitución del Lote 1 (Tramo 11 y 12)

Lote	Tramos	Tipo de construcción	Coordenadas de Inicio de Tramo	Coordenadas de Fin de Tramo	Longitud (km)
1	Tramo11	Viaducto Elevado	21J X: 452.560 m E Y: 7.206.780 m S	21J X: 449.521 m E Y: 7.205.590 m S	3,6
	Tramo 12	Doble calzada a nivel del terreno	21J X: 449.521 m E Y: 7.205.590 m S	21J X: 447.843 m E Y: 7.205.038 m S	1,7
Total					5,3

A continuación, descripción de los dos tramos constructivos que componen el Lote 1.

4.2.1. Tramo 11 (PK 27+115 al 30+750): Viaducto Elevado

Este tramo inicia en el Enlace San Bernardino, punto desde el cual el tronco se eleva y despliega enteramente sobre la franja del Ferrocarril por ubicarse en una zona con un alto desarrollo urbano. La velocidad de diseño y circulación para este tramo es de 60 km/h. Para su diseño se considera que se limita al paso de vehículos pesados a 15 toneladas. La estructura se diseña con un tipo 2+2 tráfico; y se inicia en la progresiva del PK 27+115 hasta la progresiva del PK30+750 (Longitud total 3.635 m). En el entorno del PK 30+400 el tablero se divide en dos, con objeto de crear una franja entre ambos sentidos; interior de 9 m; que permita el paso del Ferrocarril en su futura etapa de operación.

La estructura permite el gálibo de 9 m horizontal y el gálibo de 6,5 m vertical; determinado con el ente que gestiona el futuro proyecto del Ferrocarril. La sección de la estructura es de 17,30 m, banquina exterior de 1,00 m y carriles de 3,25 m, y sobre el tablero se dispone de una capa de rodadura de 5 cm. La estructura dispone de estribos cargaderos ejecutados *in situ*, con cimentación profunda mediante pilotes y que se complementan con muros de subida y bajada a la estructura ejecutados mediante tierra armada.



Figura N° 1. Muros de tierra armada entorno al Pk 27+000

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PY02 –Ypacaraí



Figura N° 2. Muros de tierra armada entorno al Pk 30+800

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PY02 –Ypacaraí

El material de relleno en los trasdoses de los muros de tierra armada será un suelo tipo ripio o similar, con un CBR igual o menor a 30%. Se diseña el sistema de iluminación del viaducto con conexión a la red eléctrica, Las luminarias se disponen en el borde derecho de la calzada en el sentido de tráfico. Para ello se dejará un hueco de aproximadamente medio metro en la barrera de defensa del viaducto, donde se ejecuta la cimentación de la luminaria. Posteriormente este hueco se hormigonará *in situ*; con la misma forma de la barrera. La estructura posee el gálibo vertical de 5,50 m + 1,00 m; definido sobre la parte superior del rail de la vía existente; un gálibo horizontal entre pilas de 8,00 m + 1,00 m; ambos valores acordados con FEPASA; y una distancia entre pórticos de fundación de valor medio 35 m. La estructura cuenta con 116 vanos; y se resuelve mediante cinco vigas tipo doble T de 2,00 m de canto y una losa de compresión de 25 cm de espesor en 94 de los vanos y con 3 vigas tipo doble T de 1,80 m de canto y una losa de compresión de 25 cm de espesor en el resto de los vanos. La cimentación se resuelve mediante cimentación profunda, resuelta mediante pila pilote de diámetro 1.500 mm, excepto cuando ambas calzadas se separan en su parte final, donde el diámetro pasa a 1.200 mm, de la misma forma que en los estribos.

Los pilotes se dimensionan siguiendo el criterio marcado por el autor del proyecto; en este caso el calculista; quien los dimensiona; y quien establece la normativa a aplicar. En este caso, el calculista ha adoptado para la resistencia por punta y fuste el método basado en el modelo Morh–Coulomb (GCOC), limitando los valores de resistencia unitaria, tanto en punta como en fuste, a los criterios recogidos en dicha normativa. No se considera apropiada para la obtención de la carga de hundimiento la metodología recogida en el punto 10.8.3. del capítulo 10 de la AASHTO LRFD *Design Specifications*; porque, aunque arroja resultados similares para golpes bajos de N_{spt} , limita mucho para golpes altos; rechazos. De la misma forma el calculista ha determinado el tipo de ensayo a realizar y su número.

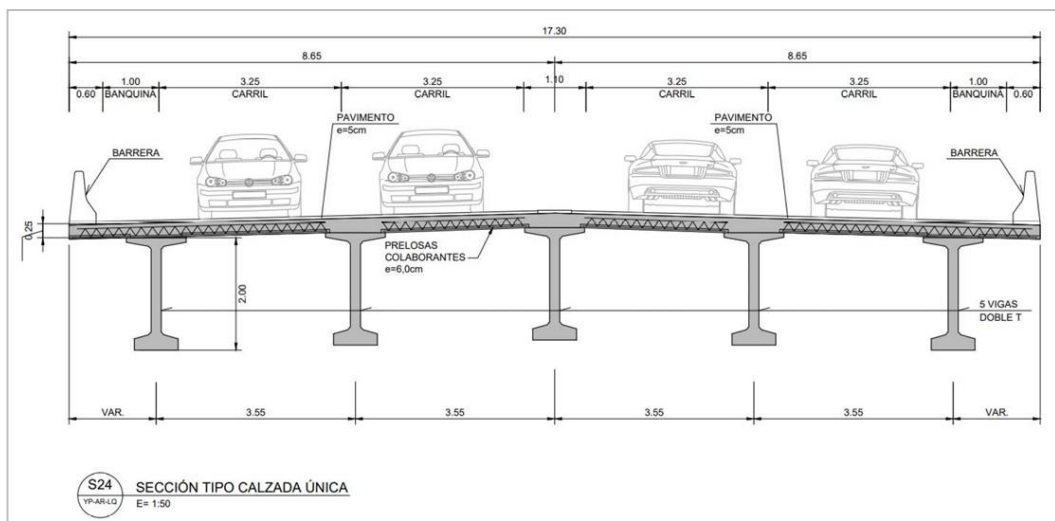


Figura N° 3. Sección tipo - Tablero

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PY02 -Ypacaraí

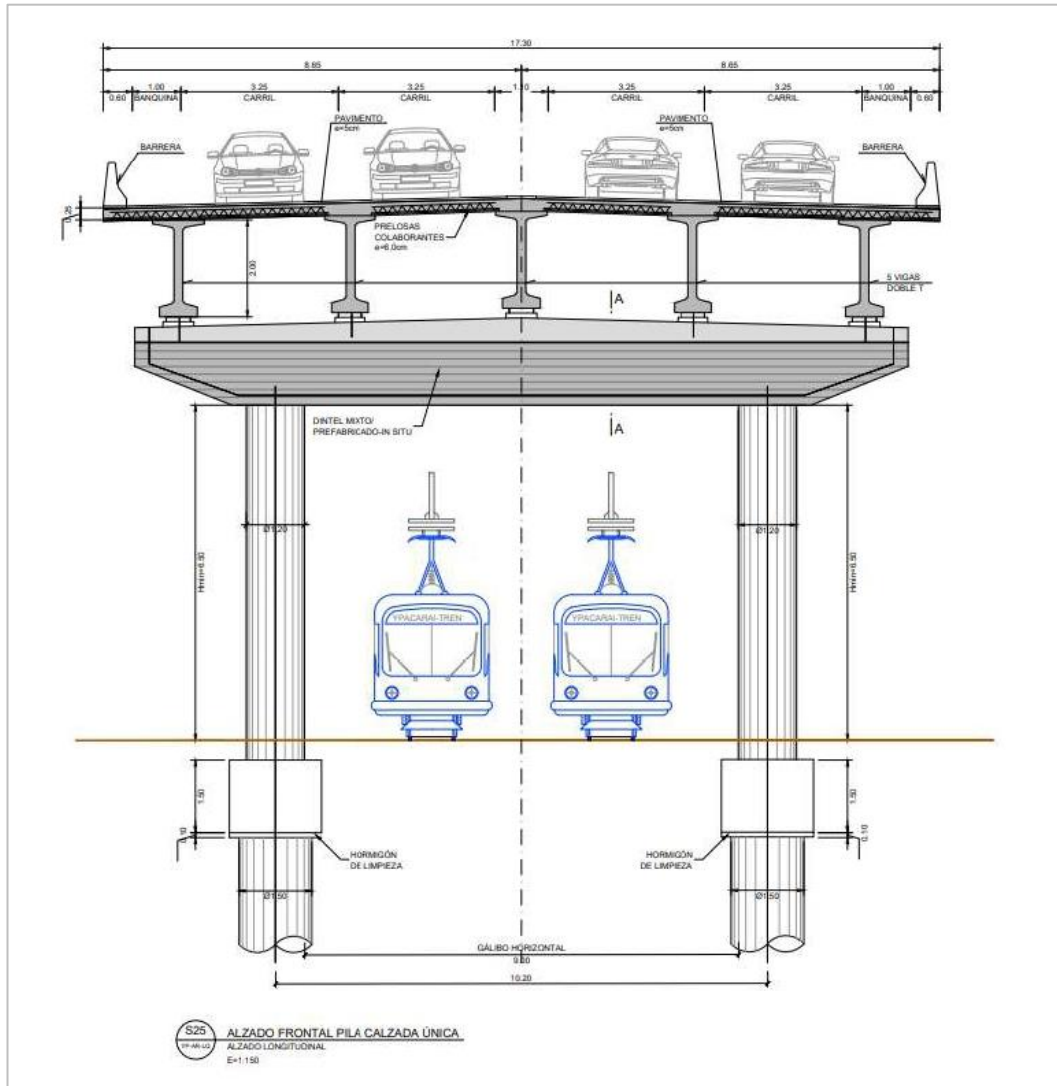


Figura N° 4. Sección tipo – Estructura (PK 27+115 al PK 30+449)
Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PY02 –Ypacarai

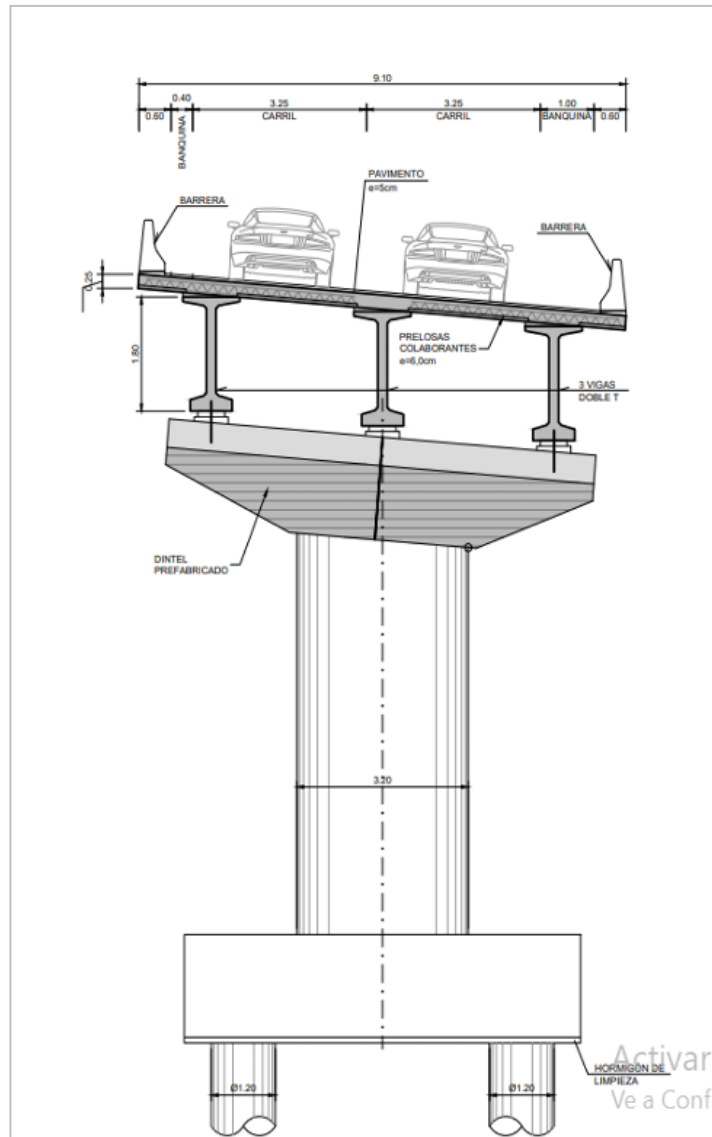


Figura N° 5. Sección tipo – Estructura (PK 30+449 al PK 30+750).

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PYO2 –Ypacaraí.

La estructura dispone de seis dinteles especiales; el dintel de la alineación P02, que necesita de una pila adicional y un aumento en su longitud; el dintel de la alineación P51 que necesita un aumento en la longitud del dintel y los dinteles comprendidos entre las alineaciones P92 al P95, que necesitan un aumento en su la longitud. Y se dispone de una junta de dilatación cada 6 vanos, con un movimiento de 110 mm.

Por último, se indica la necesidad de construir un camino provisional de obra utilizando la franja entre ambas pilas, de tal forma que se conecte ambos extremos del viaducto. Este camino se inicia en el PK 27+100 y termina en el PK 30+800. Este camino será un camino provisional de obra, dispuesto sobre la vía del ferrocarril existente, el cual se retirará una vez finalizadas las obras. El camino

es necesario para la propia ejecución de la estructura y para el movimiento de tierras necesario en el Tramo 12.

4.2.2. Tramo 12 (PK 30+750 al 32+420): Calzada a nivel del terreno

Este tramo se inicia en el entorno del PK 30+750, donde la estructura termina y el trazado baja conformando dos calzadas separadas con tipología “2+2”, dejando un espacio de 11 m en la mediana para el desarrollo futuro del Ferrocarril (Gálibo horizontal requerido de 9 m).



Figura N° 6. Planta General Tramo 12

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PY02 –Ypacaraí

El trazado discurre desde ese punto hasta su entronque con el nudo de la Conmebol, donde se procede a la ejecución del ramal faltante.



Figura N° 7. Ramal faltante en el nudo de la Conmebol

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PY02 –Ypacaraí

Se establece una limitación de circulación para vehículos pesados de 15 tn (como en el resto de los tramos). Este tramo se diseña con la siguiente disposición de carriles:

- Calzada del tipo “2+2”; desde Pk 31+060 hasta Pk 32+420; formado por calzadas separadas de dos carriles de ancho 3,50 m y banquetas interiores y exteriores de 1,00 m y 1,80 m de ancho respectivamente.

La longitud del tramo comprendida por muros de tierra armada se diseña con los mismos criterios geométricos que la estructura. El paquete de firmes será de MAC2 4 cm + MAC1 4cm + Base Granular con CBR 100% 19cm + Subbase suelo tipo ripio o similar con CBR igual o mayor a 40% con un espesor de 22 cm. Todo esto dispuesto sobre una explanada que se diseña con una coronación de 50 cm con material con un CBR 15% y el resto del terraplén con un CBR 8%. En zonas de desmonte la coronación de terraplén es de 30 cm con material con un CBR 15% (Parámetros mínimos para el diseño del firme). La velocidad de diseño pasa a ser de 80km/h.

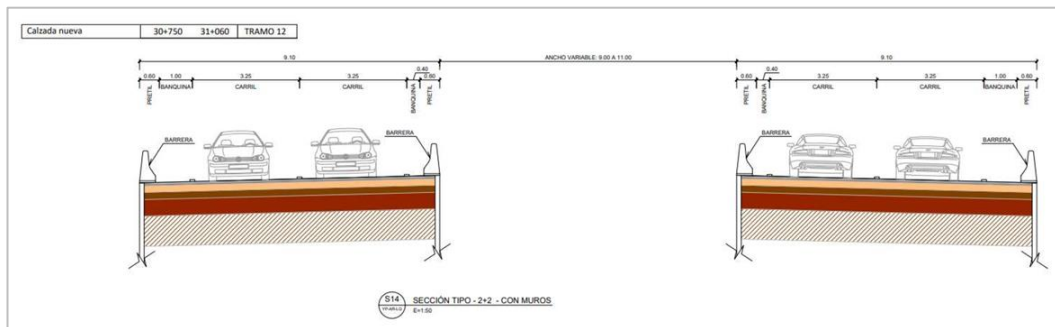


Figura N° 8. Sección tipo Tramo 12 PK 30+750 al PK 31+060

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PYO2 –Ypacaraí

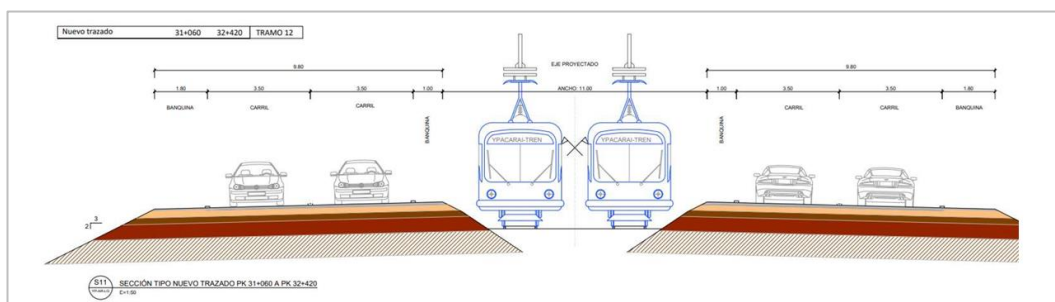


Figura N° 9. Sección tipo Tramo 12 PK 31+060 al PK 32+420

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PYO2 –Ypacaraí

Se dimensiona todo un nuevo sistema de drenaje transversal como longitudinal; compuesto por:

- Drenaje transversal
 - Tubos de HA de diámetro 1.000 mm.
 - Tubos de HA de diámetro 1.200 mm.
 - Tubos de HA de diámetro 1.500 mm.
 - Marco prefabricados de HA de sección interior 1,5*1,5 m.
 - Marco prefabricados de HA de sección interior 2,0*2,0 m.
 - Marco prefabricados de HA de sección interior 2,5*1,5 m.
 - Marco prefabricados de HA de sección interior 2,0*2,0 m.
 - Marcos prefabricados de HA de sección interior 2,5*1,0 m.
 - Marcos prefabricados de HA de sección interior 2,5*2,5 m.
 - Tubos salva cunetas, de diferentes diámetros.
 - Los marcos prefabricados se dispondrán sobre la mediana.

- Drenaje longitudinal
 - Cunetas triangulares de ancho 1,75 m por 0,5 m de altura.
 - Cuneta trapezoidal de 1,0 m de base mayor y altura 0,4 m.
 - Cuneta trapezoidal de 1,80 m de base mayor y altura 0,6 m.
 - Bajantes y demás elementos diseñados.

También hay que proceder a la limpieza y la reparación de los marcos de drenaje existentes, los cuales se encuentran actualmente llenos de bolsas de basura, escombros y otros elementos; esta limpieza; difícil de evaluar; se debe de realizar de forma manual por la dificultad de accesos.

Este tramo requiere de la adecuación al nuevo trazado de todos los servicios afectados; además se contemplan como obras complementarias, y el diseño de todos los accesos y vías colectoras que permitan mejorar la permeabilidad de tráfico. En referencia a las vías colectoras, es importante señalar que hay que acometer una en la margen derecha en el sentido de avance del Pk entre los Pk 31+500 al 31+800; con objeto de dar continuidad a la vía existente; además del desplazamiento de un cruce existente en el entorno del Pk 30+700.



Figura N° 10. Desplazamiento cruce entorno PK30+700

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PY02 -Ypacaráí

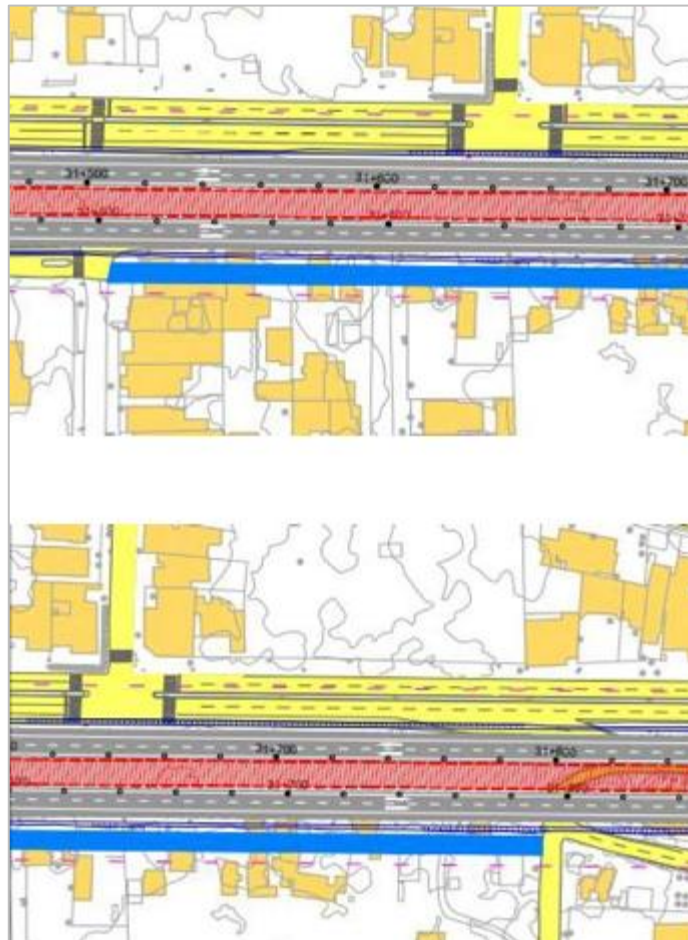


Figura N° 11. Vía colectora PK 31+500 al 31+800

Fuente: Memoria. Red Vial Estructurante. Acceso a la Ruta PY02 -Ypacaráí

En el diseño para la normalización en cuanto a señalización de la vía objeto del proyecto, la guía de referencia utilizada ha sido el Manual de Carreteras del Paraguay publicado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (2019), en concreto:

- Manual de Carreteras del Paraguay. Revisión 2019. Unidad 3 Volumen 3.3.

El criterio de diseño en este tramo ha sido el disponer de una serie de vías colectoras con objeto de garantizar la permeabilidad urbana; en caso de no poder acometerse dentro de la zona de ocupación de 25 metros, se sustituirán por accesos directos en caso de ser posible y no suponga un riesgo para la seguridad vial; especialmente delicada en zonas densamente pobladas y urbanas.

El trazado discurre desde ese punto hasta su entronque con el nudo de la Conmebol, donde se procede a la ejecución del ramal faltante.

4.3. Etapas del proyecto

4.3.1. Etapa de diseño

En esta fase se desarrollan actividades que por lo general no revisten intervenciones físicas directas ni producen alteraciones significativas sobre el medio. Entre otras, estas actividades corresponden a:

- Estudios geotécnicos y estudios específicos en futuras zonas de áreas de préstamos de material adecuado para terraplenes y canteras de áridos.
- Estudios Hidrológicos e hidrogeológicos, para comprender el comportamiento de las Macrocuencas del área y la definición de las obras de arte que serán desarrolladas en el proyecto constructivo.
- Evaluación de eventuales impactos en los servicios ecosistémicos.
- Evaluación de hábitats naturales y críticos de tramos prioritarios.
- Levantamientos de línea base ambiental.
- Censo o inventarios forestales.
- Estimaciones de las emisiones.
- Evaluación de Impacto Patrimonial.
- Identificación de comunidades indígenas en el área de influencia del proyecto.

4.3.2. Etapa de construcción

En esta etapa se ejecutan físicamente los trabajos necesarios para construir la vía, siguiendo los diseños y especificaciones técnicas que fueron previamente aprobadas. En ese sentido, dicha etapa comprende las siguientes actividades:

Liberación de franja de dominio

Corresponde a las acciones a realizar previo al inicio de la construcción necesarias para la liberación de la franja de dominio.

Montaje y operación de infraestructura asociada (movilización)

Corresponde a la selección y adecuación del terreno, así como al transporte y montaje de la maquinaria y de los elementos necesarios para la puesta en funcionamiento de la infraestructura requerida, incluyendo áreas de parqueo de equipos y espacios destinados al almacenamiento de materiales de construcción. Se excluyen de este alcance aquellas actividades que se desarrollarán en el Campamento Obrador, el cual será habilitado de manera independiente y contará con su propio Estudio de Impacto Ambiental y licencia ambiental. Entre dichas actividades se encuentran: alojamiento de personal, oficinas administrativas, áreas de mantenimiento, zonas de abastecimiento de combustible, laboratorios, plantas de trituración de agregados y plantas de producción de concreto hidráulico y asfáltico.

Explotación de fuentes de materiales

La provisión de materiales necesarios para la ejecución de los distintos rubros de obra —incluyendo terraplenes, mezclas asfálticas e hidráulicas, y capas granulares de subbase y base— no procederá de áreas de préstamo ni de canteras ubicadas dentro del Área de Influencia del lote. Estos materiales serán suministrados desde lotes más alejados o adquiridos a proveedores tercerizados. No obstante, en caso de requerirse la habilitación de nuevas fuentes de materiales, éstas serán gestionadas como proyectos y licenciamiento ambiental independientes.

Retiro de cobertura vegetal (desmonte, desbroce y despeje)

Se refiere a la tala de árboles y remoción de la vegetación existente tales como árboles, cultivos, vegetación herbácea, etc., que debe realizarse en el área de implantación de las obras y en las áreas que ocupará la infraestructura asociada al proyecto. Corresponde el desmonte, desbroce y despeje, que consiste en el retiro de la capa superior del suelo, en las áreas donde se emplazará la nueva vía, así como la infraestructura asociada al proceso constructivo de la misma. Incluye el retiro de tocones, raíces, en general materia orgánica de modo que la superficie resulte apta para iniciar los trabajos, esta actividad contempla también el traslado y disposición final del material removido.

Demolición y desmantelamiento de infraestructura existente

Esta actividad consiste en la demolición total o parcial de las estructuras existentes dentro del área de influencia del proyecto, previa al inicio de las obras principales. Incluye la remoción de estructuras hidráulicas (como alcantarillas, pontillones y puentes), edificaciones, muros, nichos y redes de servicios públicos —energía, agua, telefonía, entre otros—, así como columnas, ductos y líneas asociadas. Asimismo, contempla el retiro, transporte y disposición final de los materiales resultantes, conforme a las normas técnicas y ambientales aplicables.

Movimiento de suelo

Esta actividad comprende las acciones destinadas a conformar la infraestructura vial, mediante la ejecución de cortes o excavaciones a cielo abierto, en materiales de suelo y roca, así como la formación de rellenos o terraplenes. Estas labores implican un importante movimiento y acarreo de materiales desde y hacia distintos puntos del proyecto. Asimismo, incluye la habilitación y conformación de zonas de depósito para el almacenamiento y disposición de los suelos inertes excedentes que no puedan ser reutilizados en la obra.

Elaboración del concreto hidráulico

Corresponde a la utilización y mezcla de materiales pétreos, arenas, agua, cemento, acelerantes y aditivos químicos en diferentes proporciones, para la elaboración de concreto hidráulico para la materialización en especial de las obras de arte, zapatas, pilotes y puentes.

Restitución y/o reubicación de redes de servicio

Esta actividad comprende todas las labores relacionadas con la reubicación, complementación o mejoramiento de las redes de servicios públicos existentes —tales como líneas eléctricas, ductos de agua potable, alcantarillado, telefonía y otros— que se vean afectadas por la ejecución del proyecto.

Construcción de obras de arte

Esta actividad comprende la construcción de obras de drenaje y estabilización, generalmente ejecutadas en concreto hidráulico reforzado o simple, según las condiciones del terreno y el diseño del proyecto. Incluye la edificación de alcantarillas, badenes y pontillones en los puntos donde la vía intercepta cauces naturales o zonas bajas sujetas a inundación. Las alcantarillas pueden ser tubulares o celulares de hormigón, en función del caudal que deban transportar. Asimismo, se consideran los drenes superficiales y subsuperficiales, destinados a captar y conducir aguas internas del terreno, protegiendo la infraestructura vial lateralmente o bajo la calzada, especialmente en tramos en corte o sección mixta.

Construcción del Viaducto Elevado

En este lote no se contempla la construcción de puentes sobre cauces hídricos. Sin embargo, se prevé que, de los 5,3 km correspondientes del lote, 3,6 km estarán conformados por un viaducto elevado, diseñado para sobrepasar vías existentes y sectores urbanos consolidados. La construcción de este viaducto comprende la ejecución de diversos elementos estructurales, tales como pilas, estribos, vigas, losas y la superficie de rodadura. Incluyendo el izaje y montaje de algunas de las estructuras pre-fabricadas.

Los impactos más relevantes asociados a estas obras derivan principalmente de los procedimientos constructivos de cimentación, dada la magnitud de las excavaciones, el uso de equipos de gran capacidad y la proximidad del proceso constructivo a áreas urbanas sensibles.

Extendido y compactación de capas estructurales

Esta actividad comprende la conformación de las capas la estructura de la vía, específicamente la subbase y la base granular. Consiste en la colocación, nivelación y compactación de materiales granulares que cumplan con las características físicas y mecánicas establecidas en el diseño de pavimentos y en las especificaciones técnicas del proyecto. El objetivo es proporcionar una superficie uniforme, estable y resistente, que sirva de apoyo adecuado para las capas superiores del pavimento.

Extendido de capa de rodadura

Esta actividad comprende la colocación, conformación y compactación de la superficie de rodadura de la vía, utilizando los materiales especificados en el diseño, ya sea concreto asfáltico o concreto hidráulico.

Disposición de material de demolición y de corte no utilizados en la obra

Esta actividad comprende las acciones necesarias para la disposición y conformación técnica y ambientalmente adecuada de los materiales sobrantes generados durante las excavaciones de la obra. Incluye el control de calidad y selección de los materiales a disponer, el manejo y control de aguas superficiales y subsuperficiales, la colocación y extendida del material con su debida compactación, así como la verificación de la geometría de diseño.

Señalización

Esta actividad comprende la colocación de los elementos de señalización y seguridad vial a lo largo del trazado de la carretera. Incluye la instalación de señalización vertical y horizontal, de tipo preventivo, reglamentario e

informativo, así como la colocación de dispositivos de seguridad tales como defensas metálicas, barandas, tachas, delineadores y demás componentes prefabricados. Puede suponer además la señalización de zonas de paradas, refugios, puentes peatonales, áreas de accesibilidad lateral, dispositivos de restricción al paso peatonal.

Cierre de Actividades – Abandono

Estas actividades corresponden al levantamiento de la infraestructura en las áreas anteriormente señaladas, la recuperación de dichas áreas hasta el estado en que se encontraba previo a su intervención, siempre que se factible; la recuperación paisajística y la verificación por parte del MOPC de la no existencia de pasivos ambientales y riesgos a la comunidad.

Fase de Operación y Mantenimiento

Fase que corresponde al periodo posterior a la construcción, en el cual se verifica el funcionamiento integral de la infraestructura, se ponen en servicio las instalaciones y se establecen las acciones necesarias para conservar su estado óptimo y prolongar su vida útil.

4.4. Recursos y servicios para la Etapa Constructiva

4.4.1. Recursos humanos

El recurso humano que llevará a cabo la construcción de la obra, estará compuesto de tres tipos de mandos, los cuales son:

- **Mando superior (dirección de la obra):** conformado por Gerentes, Jefes de Obra, Jefes de Tramo, Jefes de Producción, entre otros.
- **Mando Intermedio (supervisión y coordinación técnica):** compuesto por Ingenieros de calidad, medioambiente, salud y seguridad ocupacional, topógrafos, administradores, entre otros.
- **Mando Operativo (Ejecución directa):** compuesto por Capataces, Oficiales (albañiles, plomeros, electricistas, carpinteros, etc.) con experiencia y formación técnica; Medio oficiales (apoyan a los oficiales, con formación intermedia como apuntadores, banderilleros, etc.); Ayudantes/Peones (realizan tareas generales, de apoyo y limpieza); Maquinistas/Operadores de maquinaria pesada, choferes, entre otros.

Estos mandos se compondrán estimativamente de las siguientes cantidades.

Cuadro N° 7. Recursos humanos para la etapa de construcción.

#	Mandos	Cantidad de personal	
		Obra completa	Lote 1
1	Mando superior	20	7
2	Mando Intermedio	480	160
3	Mando Operativo	1000	350
Total		1500	517

4.4.2. Servicios y recursos

4.4.2.1. Gestión de residuos y efluentes comunes

Para la gestión de los residuos sólidos comunes se contratará el servicio de recolección municipal, mientras que para la gestión de efluentes comunes se contratará los servicios de recolección y disposición final prestados por empresas de baños químicos móviles. Este último sistema de gestión se complementará con el tratamiento y disposición *in situ* a través de cámaras sépticas y pozos absorbentes a construirse en el campamento-obrador o instalaciones temporales.

4.4.2.2. Gestión de residuos peligrosos

Para la gestión de los residuos peligrosos se contratará con los servicios tercerizados y especializados de empresas debidamente habilitadas por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).

4.4.2.3. Movimiento de suelos (tierras y piedras)

Serán provistos por empresas proveedoras ya establecidas y que cuenten con todas las habilitaciones correspondientes o en su defecto por áreas de préstamos y canteras a habilitarse y que deberán contar con sus respectivas Declaraciones de Impacto Ambiental.

4.4.2.4. Abastecimiento de agua

Se identifican dos fuentes de consumo de agua para la obra. Los mismos se detallan a continuación.

Para consumo humano

El suministro de agua para este consumo está previsto a través del sistema de red pública operado por la Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay Sociedad Anónima (ESSAP S.A.), conforme a la normativa vigente en materia de servicios básicos. Este abastecimiento será complementado mediante la provisión de agua tratada y potabilizada, del tipo mineral, en envases cerrados (bidones), con el fin

de garantizar la calidad y seguridad del recurso hídrico destinado al consumo humano, especialmente en zonas del proyecto donde el acceso al servicio convencional pudiera verse limitado.

Para insumo de la obra

En una obra vial, el agua cumple un papel fundamental durante las distintas etapas de construcción. Su uso no solo es esencial para el control de polvo en caminos de acceso y frentes de trabajo, sino también para alcanzar las condiciones óptimas de humedad en los materiales que conforman el paquete estructural (subrasante, sub-base y base), lo cual garantiza una adecuada compactación y, por ende, la durabilidad de la vía.

El volumen y frecuencia del riego varían según el tipo de suelo, condiciones climáticas y etapa de la obra, por lo que una gestión eficiente del recurso hídrico es clave para mantener la calidad técnica de la obra y minimizar impactos ambientales. Este uso eficiente se iniciará con la debida inscripción de los usos en el Registro de Recursos Hídricos del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) donde deberán detallarse entre otros los siguientes datos de importancia.

4.4.2.5. Energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica estará a cargo de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). Según las necesidades del proyecto, se contempla la utilización de transformadores eléctricos, los cuales, en caso de operar con sistemas de refrigeración por aceite, serán sometidos a análisis específicos con el fin de descartar la presencia de Bifenilos Policlorados (PCB, por sus siglas en inglés). Asimismo, independientemente del tipo de sistema de refrigeración —ya sea en seco o en aceite—, todos los transformadores utilizados serán debidamente declarados y registrados ante el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), en cumplimiento con la normativa ambiental vigente.

No obstante, en aquellos frentes de obra donde, debido a condiciones de acceso, operatividad o requerimientos de seguridad, no sea factible el uso del suministro convencional, se contempla la utilización de fuentes autónomas de generación eléctrica mediante equipos generadores a combustión. Esta alternativa será particularmente implementada en actividades que demanden suministro independiente de energía, tales como el funcionamiento de bombas para el bombeo de aguas superficiales, operación de martillos neumáticos, mezcladoras de materiales, torres de iluminación, entre otros equipos esenciales para el desarrollo de las obras.

4.5. Plazo de ejecución

Es importante destacar que el siguiente plazo de construcción constituye una estimación de referencia, calculada a partir de la capacidad nominal de los equipos de la empresa constructora y del rendimiento diario esperado bajo condiciones estándar de operación.

Cuadro N° 8. Cronograma de la Etapa de Construcción del Lote 1

#	Lote	Diseño		Construcción				Operación			
		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
		S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
1	Lote 1			X	X	X	X	X	X		

Esta aproximación permite planificar las etapas de trabajo, recursos humanos y logística asociada, asegurando que las actividades se desarrollen de manera eficiente, segura y conforme a las buenas prácticas de gestión ambiental y operativa.

5. ÁREA DE ESTUDIO

Para el diagnóstico del entorno del proyecto, es necesario primeramente la definición del área de estudio, la cual se corresponde al Área de Influencia del proyecto. Esta área está compuesta de la combinación del Área de Influencia Directa (ÁID) y del Área de Influencia Indirecta (ÁII), las cuales a su vez se delimitan de la siguiente manera:

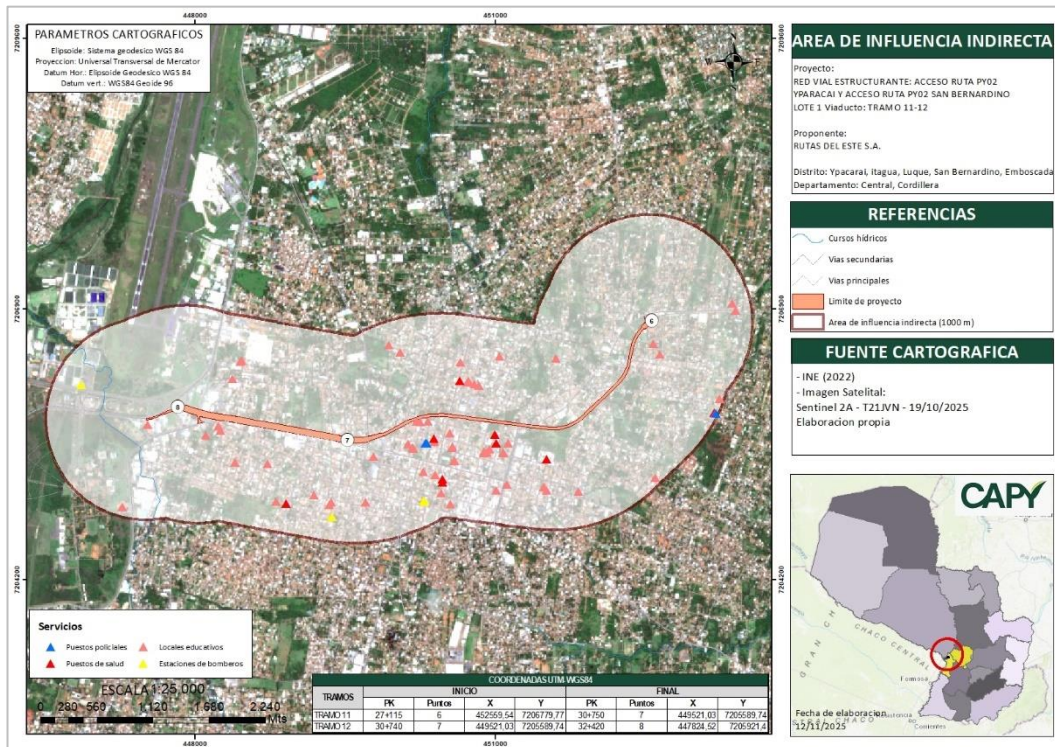


Figura N° 12. Área de Influencia del proyecto

5.1. Área de influencia directa (AID)

Esta área se corresponde con la franja de dominio del MOPC, es decir la zona franja constructiva más las áreas laterales que deberán estar despejadas de toda infraestructura o mejora. Se compone de la franja de dominio correspondiente a al Tramo 11 y Tramo 12, desde su empalme en torno a la Avda. Ñu Guazú hasta su empalme en torno a la Ruta Luque-San Bernardino. Esta es el área donde se realizarán las principales actividades del proyecto y por ende la que recibirá directamente los potenciales impactos socioambientales.

Cuadro N° 9. Superficie aproximada del Área de Influencia Directa del Lote 1 (Tramo 11 y 12)

#	Tramos	Tipo de construcción	Ancho prom. (m)	Longitud (m)	Superficie aprox. (m ²)
1	Tramo 11	Viaducto Elevado	50	3635	182.500
2	Tramo 12	Doble calzada a nivel del terreno	50	1670	83.500
Total					266.000

Esta área se compone principalmente de la Franja de Dominio del Ferrocarril, la cual se encuentra parcialmente ocupada por viviendas precarias y otras mejoras como árboles, cercados, carteles, etc. En menor medida, se ubican en esta área caminos, plazas, viviendas, comercios, Estación de Tren de Luque, canchas, espacios públicos de recreación, entre otros.

Respecto a los pasivos ambientales en el Área de Influencia Directa del proyecto, a continuación, se puede observar una lista, no limitativa, de aquellos de mayor importancia:

- Incertidumbre sobre las condiciones del suelo en las inmediaciones de estaciones de servicios (Pk 32+100, 28+900).
- Incertidumbre sobre las condiciones del suelo en las inmediaciones talleres mecánicos (Pk 31+800, 31+100, 30+700, 28+400).
- Deficiencia en el drenaje fluvial, especialmente en zonas con obras de drenajes colmatadas de sedimentos, escombros y basura.
- Marcos de obras de drenaje con daños aparentemente superficiales que afectan la geometría de sus diseños.
- Zona de excavaciones, suelos desnudos y proceso erosivos (Pk 28+800).
- Ocupación informal de franjas de dominio de las rutas y del ferrocarril, asociada al crecimiento urbano acelerado y descontrolado (Pk 27+115, 27+850, 30+250, 31+900).
- Vertederos de basura a cielo abierto (Pk 28+950).
- Incertidumbre sobre existencia o situación de las vías del ferrocarril en cruces con calles o zonas donde el pavimento o materiales depositados sobre ellas las están cubriendo (Pk 28+400, 28+900, 29+300).
- Deterioro de pavimentos y veredas y otras instalaciones urbanas por obras municipales en curso (31+700).

A continuación, se presenta imagen de referencia de los pasivos identificados.



Figura N° 13. Incertidumbre sobre las condiciones del suelo en las inmediaciones de estaciones de servicios (Pk 32+100).



Figura N° 14. Incertidumbre sobre las condiciones del suelo en las inmediaciones talleres mecánicos (Pk 28+400).



Figura N° 15. Deficiencia en el drenaje fluvial, colmatación, escombros y basura (Pk 28+900).

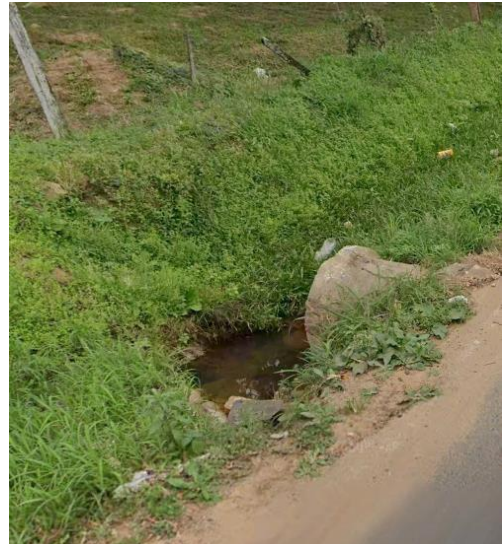


Figura N° 16. Deficiencia en el drenaje fluvial, colmatación, escombros y basura (Pk 31+300).

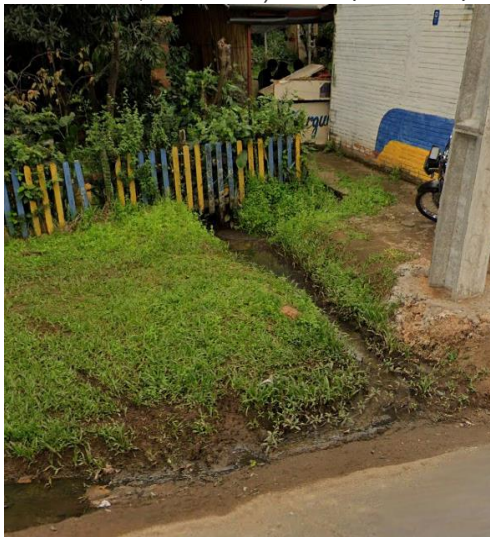


Figura N° 17. Deficiencia en el drenaje fluvial, colmatación, escombros y basura (Pk 31+700).



Figura N° 18. Vertederos de basura a cielo abierto (Pk 28+950).



Figura N° 19. Ocupación informal de franjas de dominio del ferrocarril (Pk 28+850).



Figura N° 20. Ocupación informal de franjas de dominio del ferrocarril (Pk 30+250).

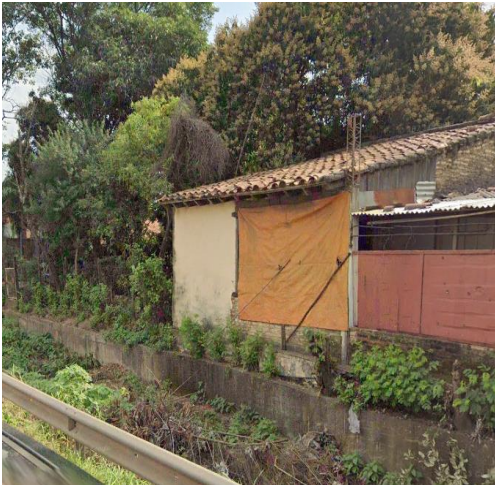


Figura N° 21. Ocupación informal de franjas de dominio del ferrocarril (Pk 31+900).



Figura N° 22. Ocupación informal de franjas de dominio del ferrocarril (Pk 28+400).



Figura N° 23. Zona de movimientos de sueltos, excavaciones, suelos desnudos y proceso erosivos (Pk 28+800).



Figura N° 24. Incertidumbre sobre la localización y condición de las vías férreas en zonas donde el pavimento u otros materiales las cubren (Pk 28+400).



Figura N° 25. Incertidumbre sobre la localización y condición de las vías férreas en zonas donde el pavimento u otros materiales las cubren (Pk 28+900).



Figura N° 26. Incertidumbre sobre la localización y condición de las vías férreas en zonas donde el pavimento u otros materiales las cubren (Pk 30+500).



Figura N° 27. Deterioro de veredas (Pk 31+700).



Figura N° 28. Vertederos de basura a cielo abierto (Pk 31+000).

Esta lista deberá ampliarse y precisarse conforme avance la obra, dado que la identificación de pasivos es un proceso inherentemente dinámico. En consecuencia, el listado deberá actualizarse de manera sistemática a medida que se identifiquen situaciones previamente no registradas. Entre los tipos de pasivos que podrían emerger se encuentran, entre otros:

- Sitios de extracción de materiales abandonados (canteras, préstamos) ubicados a lo largo de la traza, sin tratamiento de cierre ni restauración.
- Áreas de disposición de estériles y residuos de antiguas obras viales (limpiezas, movimientos de suelo, capas deterioradas de pavimento) dejadas sin manejo ni cobertura vegetal.
- Campamentos, obradores o zonas de acopio de proyectos previos ubicados en franjas cercanas sin desmantelar ni restaurar.

- Infraestructuras temporales abandonadas, incluyendo cimentaciones aisladas, estructuras metálicas u hormigonadas en desuso y restos de señalización de obras anteriores.
- Obras de drenaje mal diseñadas o deterioradas (alcantarillas, cunetas, pasos laterales) que generan represamientos, cárcavas, erosión o desvíos artificiales del escurrimiento superficial.
- Zonas con taludes inestables producto de intervenciones previas, que constituyen focos de deslizamientos o socavaciones, especialmente en sectores urbanizados.
- Vías secundarias utilizadas como accesos auxiliares en obras anteriores, dejadas sin reparación, generando polvo, erosión y afectación a terceros.
- Caminos de servicio abiertos para intervenciones previas y que no poseen cierre ni restauración, constituyendo fuentes de riesgo y degradación paisajística.
- Estructuras viales inconclusas o abandonadas, como ampliaciones parciales, accesos sin terminar o fundaciones que no fueron completadas.
- Alteración histórica de cauces y drenajes menores debido a obras anteriores, produciendo inundaciones recurrentes en tramos urbanos.
- Incumplimientos de acuerdos sociales previos con comunidades.
- Deudas y compromisos no honrados por contratistas de obras previas, que generan conflictos arrastrados con vecinos y comisiones vecinales.
- Pasos peatonales o accesos comunitarios eliminados o modificados en intervenciones anteriores sin reposición adecuada.
- Áreas afectadas por impactos acumulativos previos, como contaminación acústica persistente, emisiones de polvo, vibraciones y deterioro de viviendas adyacentes.
- Vegetación remanente degradada o pérdida de arbolado urbano no compensada por intervenciones precedentes.

5.2. Área de influencia indirecta (AII)

Esta área incluye principalmente a los siguientes barrios del Distrito de Luque: Cañada Garay, Yka'a, Maramburé, Segundo Barrio, Primer Barrio, Cuarto Barrio, Campo Grande, Zarate Isla.

Se constituye del espacio que recibirá los potenciales impactos de las actividades e infraestructuras del proyecto, refiriéndose exclusivamente a aquellos impactos que pueden ocurrir en un espacio diferente a donde se produjo la acción (Área de Influencia Directa). Arbitrariamente se toma como Área de Influencia Indirecta, a una franja envolvente de 1.000 m a cada lado del eje de la vía proyectada. Determinada el Área de Influencia del proyecto, se han considerado los factores de estudio, los cuales se detallan a continuación.

Cuadro N° 10. Factores de estudio en el Área de Influencia del proyecto

#	Medio	Factores de estudio	
		Área de Influencia Directa	Área de Influencia Indirecta
1	Físico	Línea base ambiental (a levantar): calidad de aire, agua y ruido.	Clima (temperatura, precipitación, viento, evapotranspiración potencial, radiación solar y horas de insolación), geología y geomorfología, fisiografía, suelos, hidrología superficial y subterránea, calidad ambiental.
2	Biótico	Censo forestal (a actualizar): cantidad de árboles a ser afectados.	Fauna (mastofauna, ornitofauna, herpetofauna) y flora (comunidades vegetales).
3	Social	Censo: Disponibilidad de servicios básicos, actividades económicas, turísticas y de recreación, Patrimonio Cultural.	Educación, vivienda y hogar, empleo, disponibilidad de servicios básicos, actividades económicas, turísticas y de recreación, Áreas Silvestres Protegidas, Comunidades Indígenas, Patrimonio Cultural.

6. DIAGNÓSTICO FÍSICO, BIÓTICO Y SOCIAL

La descripción detallada del estado de los componentes ambientales del entorno antes de la ejecución de un proyecto en base a información secundaria, a excepción del diagnóstico socioeconómico, con el fin de identificar las condiciones iniciales de los recursos naturales y los elementos del medio físico, biológico y socioambiental que podrían verse afectados por las actividades del proyecto. Esta línea base sirve como referencia para evaluar los impactos ambientales y determinar las medidas de mitigación necesarias para preservar el equilibrio ambiental, las cuales deberán ser actualizadas antes de iniciar con los trabajos en la etapa pre-constructiva tal y como se especifica en el apartado 9.

El contexto del proyecto abarca el Departamento Central, que incluye a la ciudad de Luque en este Lote, se ha realizado un análisis exhaustivo de los aspectos ambientales del área de influencia directa e indirecta. La región presenta una variedad de ecosistemas, desde áreas urbanas en crecimiento hasta zonas rurales con características naturales significativas.

Este análisis de la línea base ambiental toma en cuenta los siguientes componentes fundamentales que corresponden a medio físico, biótico y socioeconómico. El propósito de esta descripción es proporcionar una visión clara y detallada del estado ambiental antes de la intervención del proyecto vial, para asegurar que los posibles impactos negativos sean adecuadamente evaluados y gestionados a lo largo de todas las fases del proyecto, desde el diseño, construcción hasta su operación y mantenimiento.

6.1. Medio físico

6.1.1. Clima

El clima de Paraguay es de tipo tropical seco y húmedo con tendencia a la continentalidad, veranos muy calurosos y lluviosos e inviernos templados y secos. El tercio sur presenta un tipo de clima más templado.

Como país austral que es, los meses de las estaciones son verano: diciembre, enero y febrero; otoño: marzo, abril y mayo; invierno: junio, julio y agosto; y primavera: septiembre, octubre y noviembre.

Los centros de acción fundamentales que afectan a Paraguay son la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), el anticiclón del Atlántico sur y, ocasionalmente, el frente polar austral, sobre todo en la zona sur. Las masas de aire presentes son de tipo ecuatorial, cálidas y húmedas, procedentes de la Amazonía brasileña, tropical continental y polar continental, procedentes de la Pampa y la Patagonia.

Uno de los factores fundamentales que influyen en el clima de Paraguay es su escasa altitud, que permite una libre circulación de las masas de aire.

Durante el verano es dominante viento siroco que sopla desde el noreste. Es de tipo cálido y húmedo. En invierno el viento dominante es más fresco, ya que proviene del sur, de la Pampa, impulsado por el anticiclón del Atlántico, pero en todo caso más fresco que el siroco.

Los vientos suelen ser flojos, raramente se superan los 70 km/h, aunque ocasionalmente llega huracanados, con velocidades superiores a 160 km/h. En las grandes llanuras se pueden originar tornados.

La temperatura media anual es de unos 22 °C, pero a diferencia de otros climas tropicales la amplitud térmica anual es apreciable (10 °C). En el Chaco la oscilación térmica anual puede llegar a los 30 °C (de 32 °C hasta -2 °C). Los veranos pueden llegar a ser muy calurosos (41 °C), con una temperatura media de 27 °C y con una humedad relativa superior al 80%. Los inviernos y primaveras son más frescas y secas, con una media de 17 °C. Las temperaturas muestran un patrón claro de sur y este, con temperaturas medias entre los 20 °C y los 25 °C, a nornoroeste.

Existen dos estaciones bien diferenciadas una lluviosa y otra seca. La estación lluviosa se da en la primavera y el verano austral, y la seca en el otoño y el invierno austral. Los meses más secos son julio y agosto, y los más lluviosos de octubre a marzo. Las precipitaciones, sobre todo en verano, suelen ser torrenciales. Varían mucho de una región a otra. Debido a la distancia al mar se observa un marcado gradiente que va de sureste, donde se recogen más de 1.800 mm a noroeste donde caen menos de 600 mm.

El área de influencia del proyecto vial se ubica en la región centro-sur del Paraguay, en el departamento Central, caracterizados por un clima subtropical húmedo (Cfa, clasificación de Köppen-Geiger).

Las precipitaciones son abundantes durante todo el año, con un promedio anual que oscila entre 1.600 y 1.800 mm, y una temperatura media de 22 °C a 23 °C. La humedad relativa media supera el 70%, mientras que los vientos predominantes provienen del noreste y sureste, con intensidades promedio de 8 a 12 km/h.

El régimen térmico y de lluvias presenta una leve variación altitudinal y geográfica determinada por la influencia del Lago Ypacaraí, los relieves ondulados de la Cordillera de los Altos y la expansión urbana del Departamento Central, que genera microclimas de tipo isla de calor en zonas densamente edificadas como Luque y Areguá.

En el Departamento Central, las temperaturas medias anuales varían entre 22 y 24 °C, con máximas superiores a 38 °C durante el verano. La precipitación promedio anual se sitúa entre 1.600 y 1.700 mm, concentrándose los mayores valores en los

meses de enero a marzo. En Cordillera, la temperatura media anual es de 21 a 23 °C y las lluvias alcanzan valores cercanos a 1.500 mm. El régimen de vientos predominantes proviene del noreste, mientras que los frentes fríos del sur generan descensos térmicos temporales.

Cuadro N° 11. Parámetros climáticos por departamento

#	Parámetro	Unidad	Depto. Central
1	Temperatura media anual	°C	22.5
2	Precipitación media anual	mm	1,670
3	Humedad relativa media	%	73
4	Velocidad promedio del viento	km/h	12
5	Días con lluvia al año	días	110

Fuente: WeatherSpark.com

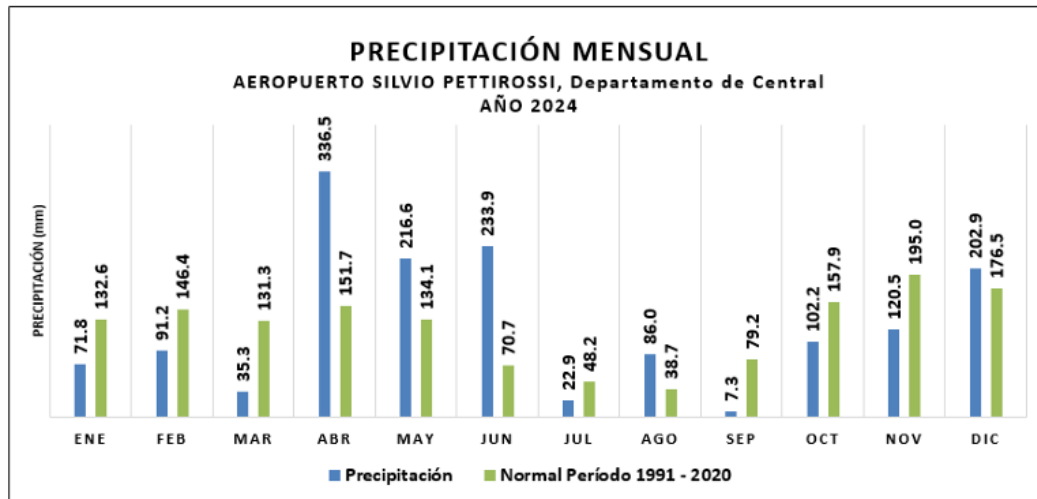


Figura N° 29. Precipitación mensual año 2024 y la normal climatológica, periodo 1991–2020.
Fuente: Dirección Nacional de Aeronáutica Civil. Dirección de Meteorología e Hidrología. 2025

Cuadro N° 12. Datos de temperatura, Precipitación, Humedad y Altitud

Temp. media (°C)	Temp. máx (°C)	Temp. mín (°C)	Precipitación (mm/año)	Humedad Rel. (%)	Altitud (msnm)
23.1	33	13	1,680	74	137

Fuente: WeatherSpark.com

Temperatura

La estación meteorológica más cercana al proyecto corresponde al Aeropuerto Internacional de Asunción Silvio Pettirossi:

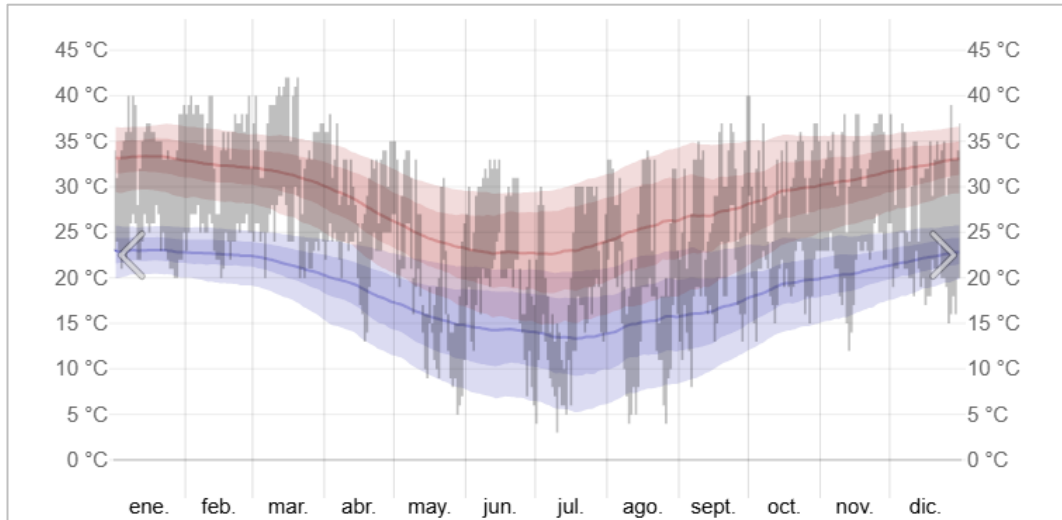


Figura N° 30. Datos históricos de temperatura en 2024 en el Aeropuerto Internacional de Asunción Silvio Pettirossi

Fuente: WeatherSpark.com

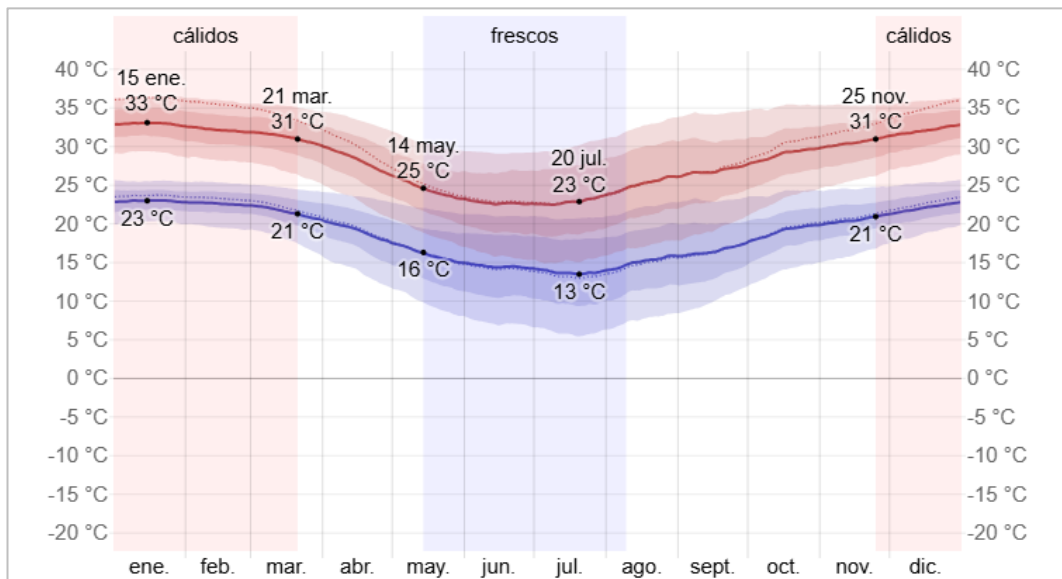


Figura N° 31. Datos históricos de temperatura en 2024 en el Aeropuerto Internacional de Asunción Silvio Pettirossi

Fuente: WeatherSpark.com

A continuación, se presenta las condiciones de temperatura anual donde tiene influencia el proyecto.

Ciudad de Luque

El distrito de Luque, localizado al oeste del Lago Ypacaraí y dentro del área metropolitana de Asunción, posee un clima cálido y húmedo durante todo el año. La temperatura media anual es de 23,1 °C, con máximas de 33 °C y mínimas de 13 °C. La temporada calurosa se extiende desde noviembre hasta marzo, con temperaturas máximas diarias que frecuentemente superan los 31 °C. El mes más

cálido es enero, mientras que el más frío es julio, con promedios de 14 °C (mín.) y 23 °C (máx.).

Precipitación

El régimen pluviométrico en la región del Lago Ypacaraí presenta características típicas de un clima subtropical húmedo, con lluvias distribuidas a lo largo del año, aunque con marcados contrastes estacionales entre el semestre cálido y el semestre frío.

La precipitación media anual en el área de estudio varía entre 1.600 y 1.800 mm, con máximos acumulados durante la primavera y el verano (octubre a marzo), y un descenso relativo entre junio y agosto.

Las lluvias son principalmente de origen convectivo, asociadas al calentamiento diurno y la entrada de frentes cálidos húmedos del Atlántico. Según los registros de la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH, Boletín Climático 2025), los meses de noviembre y diciembre 2024 concentran los valores más altos de precipitación promedio, con acumulados superiores a 160 mm mensuales en toda la cuenca del Lago Ypacaraí. El mes con menor precipitación es agosto, con valores que oscilan entre 40 y 60 mm, dependiendo de la localidad.



Figura N° 32. Mapa de precipitaciones
Fuente: Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción.

Luque, al formar parte del área metropolitana de Asunción, comparte el mismo patrón. La precipitación media anual se aproxima a 1.680 mm, siendo los meses de enero a abril los más lluviosos. La humedad relativa promedio es del 74 %.

La topografía moderadamente ondulada y la densa urbanización influyen en la retención térmica nocturna, provocando temperaturas mínimas ligeramente más altas que en áreas rurales circundantes. El viento predominante del noreste mantiene buena dispersión de contaminantes y confort térmico diurno.

Cuadro N° 13. Comparativo de Precipitación y Humedad Relativa.

Precipitación anual (mm)	Mes más lluvioso	Mes más seco	Hum. Rel. media (%)	Días con lluvia/año	Fuente principal
1,680	Diciembre (170 mm)	Junio (45 mm)	74	90	DMH / SEN (2025)

Fuentes: DMH (Boletín climático) /INBIO (2024 y 2025)

Vientos

La dinámica atmosférica de la región de estudio está condicionada por la interacción de los sistemas de alta y baja presión del Atlántico Sur, los vientos alisios del noreste y las incursiones de aire frío provenientes del sur del continente. Esta combinación genera un régimen de vientos predominantemente del noreste (NE) durante el verano y sureste (SE) en invierno, modulando la temperatura, la humedad y la evaporación en el entorno del Lago Ypacaraí y las áreas circundantes.

La velocidad media anual del viento varía entre 8 y 12 km/h, con rachas máximas superiores a 35 km/h durante los pasajes de frentes fríos. El régimen eólico contribuye significativamente al balance hídrico regional, afectando tanto la evapotranspiración potencial (ETP) como la dispersión de contaminantes y la sensación térmica en los centros urbanos.

Dirección y Velocidad del Viento

Los vientos predominantes presentan un patrón estacional definido:

- De septiembre a marzo (primavera-verano): dominan los vientos del noreste (NE), cálidos y húmedos, con velocidades promedio de 10 a 14 km/h. Estos aportan humedad desde el Atlántico y favorecen la formación de nubes convectivas y lluvias de corta duración.
- De abril a agosto (otoño-invierno): aumentan los vientos del sur (S) y sureste (SE), fríos y secos, con velocidades promedio de 8 a 10 km/h. Son característicos de los frentes polares que ingresan desde el sur de Argentina y

el Chaco paraguayo, generando descensos térmicos y ocasionales episodios de “surazo”.

La frecuencia de calmas (vientos < 5 km/h) es relativamente baja (alrededor del 8–10 % del año), concentrándose en noches de invierno o amaneceres húmedos con inversión térmica. Según el Anuario Meteorológico Nacional (DMH, 2025), el régimen eólico regional mantiene buena dispersión atmosférica, con un potencial de ventilación anual de 2.000 a 2.200 m²/s, lo que indica una atmósfera localmente ventilada, especialmente en las zonas abiertas de Ypacaraí, San Bernardino y Emboscada.

Evapotranspiración Potencial (ETP)

La evapotranspiración potencial anual (según el método de Penman–Monteith, DMH 2025) se estima entre 1.250 y 1.450 mm/año para el conjunto de la región.

El valor medio mensual varía de 55 mm en invierno (junio–julio) a 165 mm en verano (diciembre–febrero). Los factores determinantes incluyen la radiación solar incidente, la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del viento.

En el entorno del Lago Ypacaraí, la evapotranspiración real es moderada por la presencia de masas de aire húmedo y la vegetación circundante (bosques ribereños y áreas cultivadas), mientras que, en zonas más abiertas como Emboscada e Itauguá, la ETP alcanza valores mayores debido a la menor cobertura arbórea.

Cuadro N° 14. Tabla de datos de Evapotranspiración

ETP anual (mm)	ETP máx mensual (mm)	Mes de máximo	ETP mín mensual (mm)	Mes de mínimo
1.340	170	Diciembre	60	Junio

Fuentes: DMH (Boletín climático) /INBIO (2024 y 2025)

Radiación Solar y Horas de Insolación

La radiación solar global promedio anual en el área de estudio varía entre 4,8 y 5,2 kWh/m²/día, con máximos en diciembre–enero (hasta 6,2 kWh/m²/día) y mínimos en junio–julio (alrededor de 3,7 kWh/m²/día). El promedio anual de horas de sol se estima en 2.700 horas/año, equivalente a un 62 % de días despejados.

Las mayores tasas de insolación se registran en Emboscada e Itauguá, donde la altitud y la menor nubosidad favorecen una radiación directa más intensa. Por el contrario, en San Bernardino y Areguá, la presencia de brumas lacustres y nubosidad orográfica reduce la radiación efectiva en las mañanas de invierno.

Cuadro N° 15. Tabla de datos de Radicación Solar

Radiación media (kWh/m ² /día)	Horas de sol/año	Porcentaje de días despejados (%)

5.1	2.710	62
-----	-------	----

Geología y Geomorfología

El Departamento Central se localiza en el borde occidental de la Cuenca del Paraná, dentro del sistema de rifts Asunción–Sapucaí–Villarrica (ASV). Este sistema de hemigrábenes de edad Meso–Cenozoica se caracteriza por fallas normales con dirección predominante NE–SW, asociadas a episodios de subsidencia y magmatismo alcalino. Según Riccomini et al. (2002), la evolución tectónica del ASV estuvo marcada por fases extensivas cretácicas y paleógenas que controlaron la sedimentación continental y la intrusión de cuerpos ígneos alcalinos, conformando el marco estructural de la región oriental del Paraguay.

Por su parte, Comin–Chiaramonti et al. (2013) destacan que el magmatismo asociado a este sistema incluye basaltos, nefelinitas y sienitas, con composición alcalina y afinidad intraplaca, vinculados a un régimen distensivo post–gondwánico. A continuación, se presenta la descripción de la geología, hidrogeología y geotecnia por Departamento involucrado en el Proyecto.

El Departamento Central está cubierto principalmente por sedimentos continentales del Cenozoico, correspondientes al Grupo Asunción (o Formación Patiño). Estas secuencias están compuestas por areniscas finas a gruesas, limos, arcillas y conglomerados, interpretadas como depósitos fluviales y eólicos. Según Spinzi (2008).

La Formación Patiño conforma el principal paquete sedimentario del subsuelo del área metropolitana de Asunción, con espesores de hasta 100 m y una distribución controlada estructuralmente por fallas normales del rift.

En su estudio hidrogeológico, el autor identifica este paquete como la principal unidad portadora del Acuífero Patiño. El basamento pre–cenozoico aflora localmente en el extremo oriental del departamento, mientras que hacia el centro y oeste predominan los rellenos arenosos y lateríticos. Intrusiones alcalinas de composición nefelinítica, descritas por Comin–Chiaramonti et al. (2013), cortan localmente el relleno sedimentario, especialmente en el eje Areguá–Itaiguá–San Bernardino, generando fracturamiento y aureolas de alteración térmica.

Desde el punto de vista geotécnico, las areniscas de la Formación Patiño son friables y parcialmente cementadas, con desarrollo de horizontes lateríticos ferruginosos en superficie. Esto condiciona la capacidad portante y la susceptibilidad a erosión superficial, lo que debe considerarse en la planificación de taludes, excavaciones y fundaciones (Spinzi, 2008).

Sedimentos de Planicie (Cuaternario)

Estos sedimentos se originan a partir de la alteración de las rocas circundantes, que luego fueron redepositadas como material de relleno en las planicies y como colmatación en los drenajes actuales. Los primeros presentan características arcillosas y con alto contenido de materia orgánica, mientras que los segundos son arenosos, formados por el arrastre de materiales producto de la erosión de las zonas adyacentes. Las planicies y cuencas más importantes de la región están modeladas por la acción de los ríos y arroyos que atraviesan el área, incluyendo la cuenca del Lago Ypacaraí. De acuerdo con Bartel (1994), el espesor de estos sedimentos varía desde unos pocos centímetros hasta aproximadamente 10 metros. No obstante, los estudios geofísicos realizados en el área de influencia del trazado revelaron espesores mayores: 26,6 m (SEV1) en Luque, 30,7 m (SEV4) en Itauguá y hasta 63,20 m en Ypacaraí.

Grupo Itacurubí (Silúrico): Formaciones Areniscas Eusebio Ayala, Lutitas y Arenisca Cariy

Los primeros estudios geológicos y paleontológicos de esta unidad fueron realizados por Beder y Wundhausen (1918), quienes analizaron las sedimentitas que más tarde Harrington (1958) denominó Serie Itacurubí. Este autor incluyó dentro del grupo las arcillas de la cantera Vargas Peña y las areniscas intercaladas con arcillas que afloran en las cercanías de Eusebio Ayala.

En 1956, Harrington propuso el nombre Grupo Caacupé para toda la secuencia silúrica y asignó una edad Devónica al Grupo Itacurubí, criterio que fue aceptado posteriormente por Eckel (1959). Más tarde, Wolfart (1962) describió la parte superior de esta unidad como compuesta por areniscas finas a medianas, intercaladas con arcillas y siltitas, de origen marino y edad Llandoveryana, denominándolas areniscas Cerro Pero.

Las denominaciones establecidas por Harrington (1972) fueron posteriormente adoptadas por diversos autores (proyecto PAR 83/005, 1986; Escobar, 1987; Ciguel et al., 1987; Ciguel, 1988; Ciguel y Orué, 1990; Dyck, 1991). Sin embargo, Orué (1992) propuso una modificación a la estratigrafía del grupo, reconociendo tres unidades: una inferior y una superior diferentes a las propuestas originalmente por Harrington. Para las rocas de la Cordillera, Orué sugirió emplear el término Eusebio Ayala, que incluye las formaciones Vargas Peña y Cariy, y estableció las formaciones Boquerón e Isla Pacú como unidades inferior y superior del grupo respectivamente.

Según Dionisi et al. (1999), el Grupo Itacurubí está constituido por una secuencia de areniscas micáceas y arcillosas, bien estratificadas, de granulometría fina a muy fina, con abundante material fosilífero e icnofósiles, especialmente en su parte superior.

Por su parte, Bartel (1994) describe la fosa tectónica regional como un semi-graben que se extiende con dirección aproximada noroeste-sureste (NW-SE), desde el pueblo de Cerrito (Chaco) en la Región Occidental hasta Paraguarí en la Región Oriental.

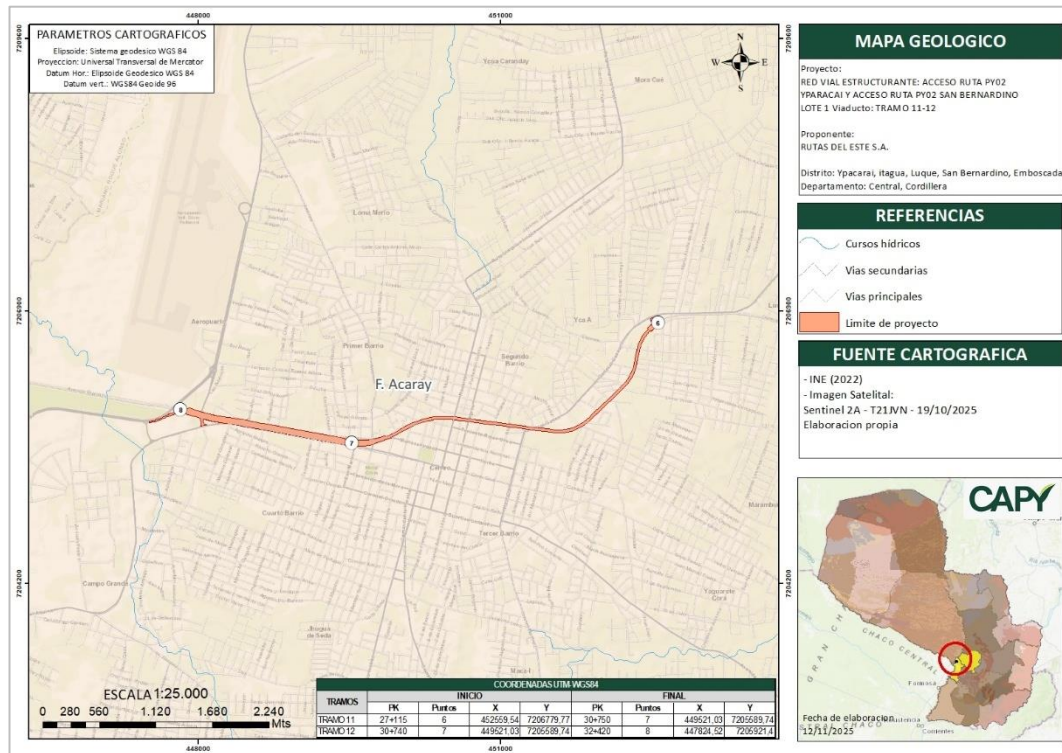


Figura N° 33. Mapa geológico del proyecto

Fisiografía

A partir de un mapa geológico de la región oriental de Auschutz Corporation (1983) refleja la variabilidad de este componente. Sobre la base de este, y tomando también en consideración el relieve del terreno López Gorostiaga et al. (1993) establece descripciones fisiográficas con su correspondiente caracterización litológica, de la región oriental. Las unidades fisiográficas consideradas en el trabajo están relacionadas al material litológico predominante en cada unidad. El mapa geológico de la Región Oriental realizado por la Anschuts Corporation, citado por Pflugfelder (1993), es el que mejor refleja la variedad de este componente. Sobre la base de este, el citado autor establece la siguiente descripción de unidades fisiográficas, con su correspondiente caracterización litológica.

Dada las características fisiográficas generales de la región oriental del Paraguay, López Gorostiaga et al (1993) considero agruparlas en "tres grandes unidades fisiográficas" serranias, lomadas y planicies a partir del informe técnico,

componente de geología realizado por Pflugfelder (1993). En el área de estudio se pueden encontrar las siguientes unidades, pudiendo observarse:

- **Lomadas bajas (Lb):** Relieve con amplitud de 50–100 m; cima generalmente aplanada con cotas hasta unos 150–300 m.s.n.m.; pendiente suave (1–4 %). *Litologías areniscas, granito.*

En las lomadas bajas los úselos adquieren espesores considerables, aunque además de los suelos residuales existes suelos coluviales.

- **Planicies Altas (Pa):** relieve plano semiplano, pendiente suave (1–3%), drenaje pobre a moderado; posición topográfica 80–200 m.s.n.m. y en correspondencia a ella, constituidas por sedimentos aluviales y fluviales de arenas, limos y arcillas del cuaternario. La cobertura vegetal está representada por pajonales, pastizales y escasos montes en galería.

- **Planicies bajas (Pb):** relieve semiplano a plano, de pendiente suave (1–3 %); drenaje moderado a pobre; posición topográfica entre 70–150 m.s.n.m.

Se trata de llanuras de acumulación reciente de origen fluvial – eólico, constituidas de arena fina y limo. La vegetación está representada por pastizales que cubren generalmente toda el área.

- **Planicies de Inundación (Pi):** relieve plano, con pendientes menores al 1%; drenaje muy pobre, con zonas inundadas e inundables, Se trata de zonas deprimidas cercanas al lago, conformadas por sedimentos recientes aluviales y coluviales por arenas, limos y arcillas, con participación de materia orgánica (turba). La cobertura vegetal original está representada por pastizales y pajonales, con aisladas islas de monte bajo.

Los procesos geomorfológicos más representativos se encuentran afectado por la erosión brusca y continua en el lado W del Valle Ypacaraí, no igual hacia el Este donde muestra una leve acción erosivo que esto deja una apreciación de Geoformas del Valle manifestando también los puntos más altos representados en colores de altimetría.

Al sur del Lago Ypacaraí existen planicies de grandes extensiones formadas por las zonas de inundación del río Paraguay, Salado, los colectores de ambos y del Lago Ypacaraí. En la zona SE de la extensión del Rift la geomorfología presenta como paisajes de elevados barrancos, los cuales permiten las observaciones de perfiles geológicos, por lo contrario, amplios valles de áreas bajas con coberturas de suelos y/o sedimentos de derrumbes cubren la mayor parte de los afloramientos en las planicies (González & Bartel, 1999).



Figura N° 34. Mapa topográfico del proyecto.

Riesgos geológicos

Los acuíferos locales se alojan en areniscas fracturadas del Grupo Caacupé y en depósitos cuaternarios de valle. De acuerdo con VMME (2014), estas formaciones presentan porosidad primaria intergranular moderada y fracturación secundaria, lo que permite la recarga y circulación del agua subterránea en condiciones libres o semiconfinadas.

En términos de estabilidad, Gadea Villalba (2023) advierte sobre el potencial de desprendimientos en frentes de cantera y taludes de areniscas sacaroidales, particularmente donde las diaclasas son verticales y de alta densidad. Por ello, se recomienda incluir controles de vibración, drenaje y revegetación en los planes de cierre de canteras.

Cuadro N° 16. Tabla de características geológicas y geomorfológicas

#	Elemento	Departamento Central
1	Formaciones geológicas principales	Grupo Itacurubí, Grupo Caacupé, depósitos aluviales recientes
2	Litología dominante	Areniscas finas, lutitas, arcillas y limos del Cuaternario
3	Relieve	Suave a ondulado; planicies y lomadas bajas
4	Altitud media (m.s.n.m.)	70 – 250 m
5	Procesos activos	Erosión hídrica, colmatación, sedimentación
6	Suelos predominantes	Franco-arcillosos, con drenaje deficiente
7	Cobertura vegetal original	Bosques bajos y pastizales

Fuente: VMME (2024) y Gadea Villalba (2023)

Suelos

La descripción pedológica de la Región Oriental fue elaborada por López Gorostiaga et al. (1995), quien clasificó los suelos de acuerdo con el sistema taxonómico del Soil Taxonomy (USDA). Según este autor, los suelos de esta región se desarrollan sobre materiales de origen sedimentario y, en menor proporción, ígneo o metamórfico, influenciados por un clima húmedo subtropical, con marcada estacionalidad de precipitaciones.

En el área de influencia del proyecto de interconexión Ypacaraí–Luque, los suelos predominantes corresponden a los órdenes Alfisol y Entisol, con presencia subordinada de Inceptisoles en zonas de transición y colinas bajas (López Gorostiaga et al., 1995).

Alfisoles

De acuerdo con López Gorostiaga et al. (1995), los Alfisoles (subgrupos A3, A4 y A12) se originan en ambientes de moderado a buen drenaje, sobre materiales areno–arcillosos del Cenozoico. Su denominación deriva de la antigua categoría de “*pedalferos*”, en referencia a su contenido relativo de aluminio (Al) y hierro (Fe). Estos suelos se caracterizan por no presentar un horizonte superficial de acumulación orgánica significativa, carecer de un epipedón mólico y no exhibir un horizonte óxico. Generalmente, poseen un horizonte argílico (Bt) subsuperficial con acumulación de arcillas aluviales. En superficie, los Alfisoles muestran texturas franco–arenosas a franco–arcillosas, de color pardo rojizo, con estructura granular moderada y drenaje medio a bueno.

Según la descripción de López Gorostiaga et al. (1995), los Alfisoles se asocian naturalmente a coberturas vegetales boscosas en ambientes bien drenados; en cambio, en zonas con drenaje imperfecto o deficiente predominan pastizales naturales, islas de bosque o árboles xerófilos dispersos. Estos suelos presentan potencial agrícola medio a alto, aunque son susceptibles a procesos de erosión hídrica cuando se remueve la cobertura vegetal.

Entisoles

El segundo orden predominante corresponde a los Entisoles, considerados suelos jóvenes o recientes, formados bajo condiciones donde los factores de meteorización y tiempo han actuado de manera limitada.

Según López Gorostiaga et al. (1995), estos suelos carecen de horizontes genéticos bien desarrollados, presentando únicamente un horizonte superficial óxico y, ocasionalmente, un horizonte álbico incipiente de lavado.

Los Entisoles del área Ypacaraí–Luque se desarrollan principalmente sobre depósitos aluviales recientes y materiales coluviales, lo que explica su alta variabilidad textural y cromática, con colores que varían entre grises, amarillos pardos y rojos. En algunos sectores, el material parental está conformado por arenas cuarzosas y limos finos, mientras que en otros se identifican gravas y horizontes pedregosos someros.

De acuerdo con el análisis de López Gorostiaga et al. (1995), los Entisoles pueden presentar espesores variables: algunos son profundos, arenosos o franco-arenosos, mientras que otros poseen roca firme a escasa profundidad. Su drenaje es generalmente bueno, aunque existen variantes imperfectamente drenadas en zonas bajas y márgenes de cauces.

Estos suelos poseen limitaciones agrícolas moderadas a altas, especialmente en pendientes, debido a su escasa estructura y bajo contenido de materia orgánica. Sin embargo, presentan alta aptitud para forestación y pasturas implantadas, siempre que se apliquen prácticas de conservación y control de escorrentía.

Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial

El área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del Lago Ypacaraí, que constituye un sistema endorreico con drenaje hacia el río Salado y posteriormente al río Paraguay. El trazado se encuentra en la sub-cuenca del Lago Ypacaraí ubicada en la cuenca del Río Paraguay, que forma parte de la unidad hidrogeográfica de la cuenca del Plata. La cuenca tiene una importancia estratégica para la conservación de importantes ecosistemas locales y regionales, como son los humedales, y por su magnitud constituye actualmente una fuente de abastecimiento de agua potable de la población.

La Cuenca del Lago Ypacaraí está conformada por una extensa red de cursos de agua superficiales, tanto permanentes como semipermanentes, que drenan hacia el lago a través de cuatro subcuencas principales. Estas subcuencas conforman la cuenca de aporte y cumplen un papel crucial en la regulación hidrológica, el transporte de sedimentos y nutrientes, y el equilibrio ecológico del lago y sus humedales.

Entre estas subcuencas, se destaca la del Arroyo Pirayú, considerado uno de los principales cursos de agua superficiales permanentes de la región. Este arroyo nace en el distrito de Paraguari y fluye en dirección sureste a noroeste, descargando sus aguas en un humedal adyacente al Lago Ypacaraí. Su aporte hídrico es de gran relevancia, tanto en volumen como en función ecosistémica, contribuyendo al mantenimiento del nivel del lago, la recarga de acuíferos y la conservación de hábitats acuáticos sensibles.

El espacio físico de la cuenca del lago Ypacaraí está dividido en las subcuencas del arroyo Pirayú, el arroyo Yuquyry, el río Salado y la cuenca del Lago, de acuerdo con la división realizada en 1989 por el estudio de la JICA.

La Calidad de Agua del A° Pirayú es monitoreado por la Itaipú Binacional, entre otros puntos, siendo el correspondiente al mismo los puntos API (Coord. 21J 04 72 931 UTM 71 91 984) y Ap2 (Coord. 21J 04 77 327 UTM 71 82 728).

Los niveles freáticos se localizan entre 2 y 6 m de profundidad. En las zonas bajas se registran anegamientos estacionales y escorrentía superficial alta. Las aguas superficiales presentan variaciones en su calidad, con presencia de coliformes y nutrientes en sectores urbanos y agrícolas.

Cuadro N° 17. Parámetros fisicoquímicos promedio del agua superficial (Cuenca Lago Ypacaraí).

#	Parámetro	Unidad	Valor promedio	Norma MADES (máx.)	Observación
1	pH	-	7.1	6.5–8.5	Dentro del rango permitido
2	DBO ₅	mg/L	4.2	5	Aceptable
3	Sólidos suspendidos totales	mg/L	32	50	Aceptable
4	Coliformes fecales	NMP/100 mL	240	200	Leve excedencia en zonas urbanas
5	Conductividad	µS/cm	220	500	Buena calidad general

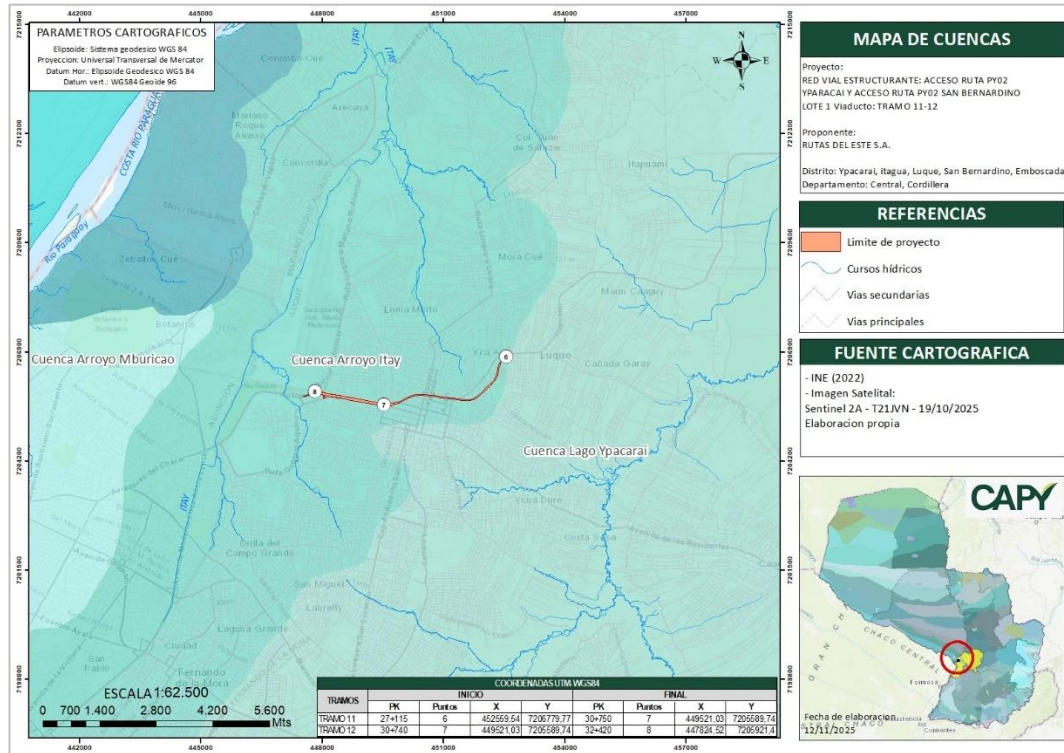


Figura N° 35. Mapa de Cuencas Hidrográficas del Proyecto.

Hidrología subterránea

El Acuífero Patiño es la fuente principal de abastecimiento de agua subterránea del Área Metropolitana de Asunción (AMA). De acuerdo con Arrabal y Álvarez (2017), el acuífero tiene una extensión aproximada de 1.200 km², con espesores efectivos de 150 a 400 m, y transmisividades que varían entre 6,7 y 346 m²/día. Presenta una alta vulnerabilidad a la contaminación antrópica, debido a la urbanización, pozos sépticos y deforestación, factores que reducen la recarga natural. La situación de las aguas subterráneas en zonas urbanas tiene peculiaridades propias, tanto por la evolución, como por las características de la recarga y de la superficie por la que ésta se produce, por el ambiente fisicoquímico subterráneo y por la presencia de contaminantes muy específicos. La urbanización de las aguas subterráneas puede producir impactos sobre la calidad y la cantidad de esta. El desequilibrio, producto de la disminución de la infiltración y la extracción intensiva, puede producir:

- Descenso de niveles.
- Perdida de caudal, abandono de pozos.
- Subsistencia y colapsos del terreno.
- Interacción con edificaciones y obras viales.
- Inestabilidad de laderas.
- Perdida de equilibrio hidráulico e invasión aguas de inferior calidad.
- Aumento de la escorrentía.

Calidad ambiental

La calidad ambiental en el área de influencia se ve afectada principalmente por la expansión urbana y el incremento del tráfico vehicular. Los niveles de ruido superan ocasionalmente los valores guía de la OMS en zonas de alto tránsito, alcanzando entre 65 y 72 dB(A) en horas pico. En términos de calidad del aire, se registran concentraciones de PM10 y NOx moderadas, atribuibles al tránsito y a la quema de residuos.

Estimación de gases efecto invernadero

Se ha realizado una estimación teórica para determinar las emisiones futuras de GEI de la construcción del Acceso a Ypacaraí – Areguá – Luque en la Ruta PY O2, en el marco de la duplicación de las Rutas 2 y 7 realizada, a fin de verificar si está por debajo del valor de referencia de 25.000 toneladas de CO2 equivalente anuales.

La metodología aplicada fue acorde a los requerimientos establecidos en la Nota de Orientación N° 3 "*Eficiencia en el uso de los recursos y prevención de la contaminación*" del IFC: La cuantificación de las emisiones contempló todas las fuentes significativas de gases de efecto invernadero (GEI), incluidas aquellas no relacionadas con el consumo de energía, como el metano y el óxido nitroso, entre otras. Se incluyeron los cambios inducidos por el proyecto en el contenido de carbono del suelo o en la biomasa terrestre, así como la descomposición de materia orgánica provocada por el mismo, siempre que dichas fuentes de emisión se proyectaran como significativas. Las metodologías de estimación utilizadas fueron las provistas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), así como por diversas organizaciones internacionales y los organismos competentes del país anfitrión. Se consideraron como emisiones directas de GEI (Alcance 1) aquellas provenientes de las operaciones del cliente dentro de los límites físicos del proyecto, incluidas las instalaciones asociadas, en caso de existir. Las emisiones vinculadas a la producción externa de energía utilizada por el proyecto fueron clasificadas como emisiones de Alcance 2. En los casos en que las emisiones se produjeron dentro de las instalaciones del cliente, pero no derivaron directamente de sus operaciones, estas no fueron consideradas en la cuantificación de GEI. De igual forma, las emisiones provenientes de la combustión futura de combustibles fósiles no fueron atribuidas a los productores de dichos combustibles. Se tomaron en cuenta las actividades directamente relacionadas con la etapa de construcción.

De acuerdo con los cálculos realizados, las emisiones totales proyectadas ascienden a 9.496,02 toneladas de CO₂ equivalente para el año 1 y 4.535,97 toneladas de CO₂ equivalente para el año 2, valores que se encuentran por debajo del umbral de referencia de 25.000 toneladas de CO₂ equivalente anuales.

Los principales aportes a las emisiones corresponden, en primer lugar, al cambio de uso del suelo, que implica la pérdida de existencias de carbono en depósitos de biomasa aérea (vegetación viva sobre el suelo, incluyendo tallos, ramas, corteza, follaje, etc.) y biomasa subterránea (raíces vivas). En segundo lugar, se identifican las emisiones asociadas al uso de combustibles fósiles en maquinarias y equipos durante las actividades de construcción.

Riesgos naturales y vulnerabilidad ambiental

Los principales riesgos naturales identificados corresponden a inundaciones localizadas, deslizamientos menores en taludes, incendios forestales en época seca y erosión acelerada de suelos. El Departamento Central presenta mayor vulnerabilidad debido a la densidad urbana y la impermeabilización de su superficie, mientras que Cordillera muestra mayor susceptibilidad a la erosión hídrica en áreas de pendiente pronunciada.

El análisis de vulnerabilidad ambiental indica que las zonas aledañas al Lago Ypacaraí y los arroyos Yukyry y Salado requieren medidas prioritarias de manejo de escorrentía y control de sedimentos. La implementación de drenajes sostenibles, reforestación de márgenes y ordenamiento del uso del suelo resultan esenciales para mitigar los riesgos identificados.

6.2. Medio biótico

Según Dinerstein et al. (1995), la región constituye parte del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), considerado una de las ecorregiones de mayor valor biológico del Cono Sur, aunque hoy se encuentra fuertemente fragmentado debido a la expansión urbana y agropecuaria.

El área de estudio se ubica en la interfase entre ambientes lacustres, serranías bajas (Cordillera de los Altos) y llanuras sedimentarias. Esta condición geomorfológica y climática permite la coexistencia de especies propias de bosques húmedos, sabanas y comunidades secundarias adaptadas al disturbio antrópico (Arrabal & Álvarez, 2017).

En este contexto, el medio biológico se analiza a través de tres componentes: fauna, flora y composición paisajística, los cuales constituyen la base para la evaluación de los impactos ambientales y la definición de medidas de manejo y compensación.



Figura N° 36. Ecorregiones del Paraguay
Fuente: ipparaguay.com.py

En el Paraguay, las ecorregiones están establecidas en la Resolución SEAM N° 614/2013, la cual a su vez está basada en trabajos realizados en 1990 para la región Oriental y un mapa de ecorregiones de la región Occidental resultado de talleres de expertos y aprobado en 2013. Según esta base de datos, el proyecto se ubica en la Ecorregión Litoral Central.

Esta ecorregión abarca una superficie de 26.310 km² comprendidos entre los departamentos de San Pedro, Cordillera y Central. Limita al norte con la ecorregión Aquidabán; con la Selva Central al sur y con el río Paraguay al oeste. Es la ecorregión que posee más centros poblados, especialmente en el Sur. El relieve terrestre es plano en su mayor parte. La altitud oscila entre los 63 m y los 318 m; los suelos del Norte son de planicies con poco declive y áreas inundadas; en el Sur, arenosos. Los esteros que se forman se convierten en sitios de albergue para muchas especies migratorias.

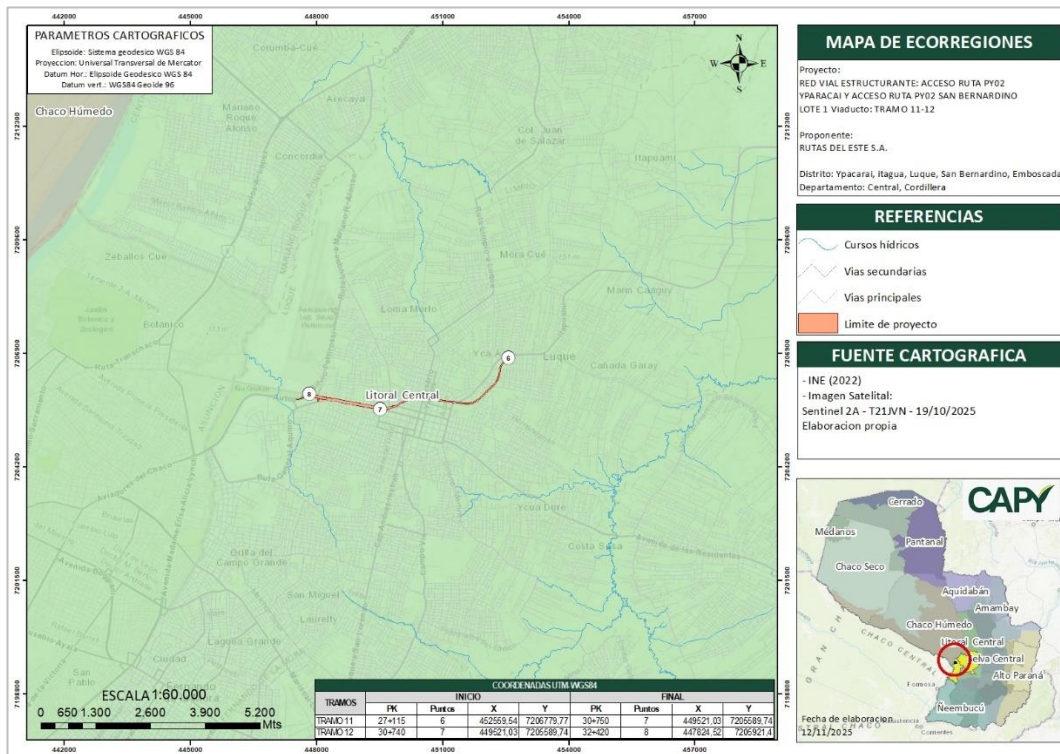


Figura N° 37. Ecorregiones del área del proyecto.

6.2.1. Metodología de la evaluación ecológica rápida – EER

Para registrar la presencia de fauna en el área de estudio se aplicaron distintos métodos de muestreo. Por un lado, se realizó búsqueda activa por encuentro visual y auditivo en el área de influencia del tramo de la ruta, con el fin de registrar animales o indicios de su presencia, como huellas, madrigueras, vocalización, etc.

La búsqueda consistió en recorrer el tramo de la ruta Luque Areguá- Ypacaraí en vehículo y a pie, iniciando desde tempranas horas por la ciudad de Ypacaraí hacia Luque. Durante el recorrido paramos en lugares donde el tramo se alejaba de la ruta y caminamos por las vías del tren, en donde logramos acceder a sitios de importancia para registrar fauna como son los cuerpos de agua rodeado de vegetación. Por otro lado, se instalaron cámaras trampa en distintos sitios (técnica especialmente útil para mamíferos), tratando de que estos sitios sean

representativos de los distintos ambientes observados en el área. Adicionalmente, se realizaron entrevistas no estructuradas a personas que residen en el área de obras o zonas adyacentes, enfocadas a obtener descripciones de las especies observadas en la zona y, de esta forma, generar datos de presencia potencial en el área.

Características de los ambientes muestreados

Se seleccionaron 6 sitios de muestreo a lo largo de la zona de influencia del tramo de la ruta, divididos en dos ambientes: Bosque y Pastizal (3 sitios para cada uno). El ambiente de Bosque estuvo caracterizado por vegetación arbórea y arbustiva secundaria con influencia de cursos de agua (Mosaico de bosque y Pastizal Natural, caracterizado por zonas compuestas de vegetación herbácea tipo pastizal natural abierto y pastoreado con mosaico de bosques bajos y llanura de inundación con vegetación acuática al borde del lago Ypacaraí. El relevamiento y observación de fauna de los sitios escogidos fueron en base a la potencialidad de la presencia de fauna.

Recomendaciones de la EER

En base a los resultados obtenidos en este relevamiento de la fauna, se recomienda realizar monitoreo de fauna, ya que se requiere mayor tiempo de muestreo para una mejor comprensión de las comunidades de mamíferos, anfibios y reptiles del área de estudio, de manera a mitigar la destrucción de sus hábitats. Para ello, habría que tener en cuenta las condiciones climáticas, para continuar con el monitoreo de anfibios que dependen de las lluvias, con el fin de evaluar la dinámica poblacional de las especies amenazadas. Se recomienda instalar pasos de fauna en los principales remanentes de bosque y pastizal natural.

Los pasos de fauna recomendables para estos ambientes serían los pasos de fauna subviales con cercados que faciliten el cruce de animales. Se podría aprovechar las obras de ingeniería y adaptar las ODT's para que cumplan doble función, adaptando zócalos correspondientes para facilitar el cruce de los animales. Además, continuar con el monitoreo de fauna y registrar los atropellos de fauna a lo largo del tiempo para tomar las medidas necesarias sobre el cuidado de la fauna silvestre en varios tramos de la ruta. Teniendo en cuenta los atropellos de fauna mencionados anteriormente, sería necesario realizar campañas de educación tanto ambiental como vial, medidas de reducción de velocidad, cartelería, fiscalización y multas. Además, realizar capacitación de manejo de fauna al personal para las futuras obras viales, para el resguardo y protección de las especies registradas a lo largo del tramo del proyecto.

Fauna

Según Centurión y Yanosky (2002), la fauna de la Región Oriental del Paraguay presenta una elevada riqueza específica, con aproximadamente 260 especies de mamíferos, 940 de aves, 260 de reptiles y 100 de anfibios, además de una ictiofauna diversificada en lagos y arroyos. Los ecosistemas de los departamentos de Central y Cordillera son representativos de la ecorregión Paraguay Central, donde predominan comunidades de bosques subhúmedos, pastizales naturales y cuerpos de agua lénticos, como el Lago Ypacaraí.

Mamíferos

En las áreas periurbanas y rurales del proyecto (Ypacaraí, Itauguá, Areguá y Emboscada), se observa la presencia de mamíferos medianos y pequeños, adaptados a ambientes con disturbio. Entre las especies registradas o potencialmente presentes se incluyen el *Didelphis albiventris* (comadreja overa), *Dasyus novemcinctus* (tatú mulita), *Cerdocyon thous* (zorro pampeano) y *Conepatus chinga* (zorrillo) (Díaz-Pérez et al., 2011).

En áreas más conservadas, particularmente hacia las colinas de la Cordillera de los Altos, aún pueden encontrarse especies de mayor requerimiento ambiental como *Eira barbara* (tayra) y *Nasua nasua* (coatí), según reporta el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADES] (2015).

Se realizó una búsqueda activa en el área de influencia de la obra, con el fin de observar mamíferos o indicios de su presencia, como heces, huellas, pelos, etc. También se instalaron cámaras trampa en distintos sitios, tratando de que estos sitios sean representativos de los distintos ambientes observados en el área. Además, se recorrió todo el tramo de la ruta Luque- Areguá - Ypacaraí con el fin de registrar especies de mamíferos atropellados.

Aves

El componente avifaunístico es uno de los más destacados en la zona. Según Hayes (1995), el Paraguay alberga cerca de 720 especies de aves, de las cuales una fracción importante se distribuye en la región central, aprovechando ambientes lacustres y fragmentos de bosque. En el entorno del Lago Ypacaraí se observan especies como *Ardea cocoi* (garza mora), *Nycticorax nycticorax* (garza bruja), *Megaceryle torquata* (martín pescador grande), y aves acuáticas como *Anas platalea* (pato cuchara) y *Fulica armillata* (gallareta ligas rojas).

Asimismo, especies de bordes de bosque como *Turdus rufiventris* (zorzal colorado) y *Pitangus sulphuratus* (benteveo) son comunes en las zonas urbanas y suburbanas de Luque y Areguá (Hayes, 1995; Guyra Paraguay, 2018).

Se realizó la búsqueda de aves principalmente al amanecer y atardecer en horario que tienen mayor actividad. Se utilizaron binoculares y cámaras fotográficas con teleobjetivos para registrar la presencia de especies diurnas y nocturnas vistas y escuchadas, y presencia de nidos. Además, se registraron las vocalizaciones de las especies escuchadas a través de los cantos.

Anfibios y reptiles

En cuanto a reptiles y anfibios, Cacciali et al. (2016) documentan para el centro del país especies típicas de zonas húmedas y abiertas, como *Leptodactylus latrans* (rana criolla), *Rhinella schneideri* (sapo común), *Tropidurus torquatus* (lagartija común) y *Liophis miliaris* (culebra acuática).

En el lago Ypacaraí y sus tributarios se identifican especies de peces como *Prochilodus lineatus* (sábalo), *Hoplias malabaricus* (tararira) y *Astyanax spp.* (mojarras), que cumplen funciones ecológicas clave en la cadena trófica (Arrabal & Álvarez, 2017).

De acuerdo con SEAM (2015) y Guyra Paraguay (2018), la principal amenaza para la fauna local es la fragmentación del hábitat producto del crecimiento urbano, contaminación del lago y deforestación de colinas. Las zonas periurbanas mantienen cierto grado de conectividad a través de arroyos y franjas de vegetación riparia, que actúan como corredores biológicos secundarios.

El muestreo de anfibios y reptiles se realizó principalmente por medio de la búsqueda activa por encuentro visual y auditivo. Para dicha búsqueda se relevaron hábitats asociados al agua principalmente para anfibios, aguadas, tajamares, y vegetación herbácea acuática al borde del lago. Hábitats más secos para reptiles, en los bosques de las zonas media revisando bajo troncos, hojarasca, piedras, y pastizales. El relevamiento consistió en registrar especímenes en distintos puntos del tramo Luque - Areguá - Ypacaraí mediante fotografías y grabaciones.

Siguiendo a Heyer et al. (1994), se aplicó el método conocido como inventario completo de especies, el cual consiste en la búsqueda libre sin restricciones metodológicas. La búsqueda activa se realizó en diferentes horarios del día (tanto diurno como nocturno). Además, se registraron vocalizaciones acústicas de machos de anfibios, utilizando grabadores de sonido. Se utilizaron audioguías siguiendo a De la Riva et al. (2000) y Straneck et al. (1993).

Por último, se logró registrar un total de 9 especies de reptiles, 21 especies de anfibios, 7 especies de mamíferos y 113 especies de aves. De todas las especies registradas, 2 especies presentan categoría de amenaza como Vulnerable (VU) y Casi Amenazado (NT) según la UICN.

Además, la especie *M. paraguayensis* se encuentra en la lista de especies amenazadas como Amenazada de Extinción según la Res. N° 433/2019 MADES, por lo tanto, se requieren acciones de protección y mitigación de sus ambientes, que son los bosques bajos y mosaico de bosques inundables, pastizales naturales y mosaico de pastizales.

Esta especie preferentemente diurna se la puede registrar tras lluvias intensas en lagunas o aguadas temporales donde vocalizan en grupo y desovan en charcos de agua poco profunda. Las demás especies de anfibios y reptiles a pesar de no encontrarse amenazadas, preocupación menor según la IUCN y no categorizados para el MADES, requieren la misma atención en el cuidado de sus ambientes naturales.

Flora

Según López Gorostiaga et al. (1995), la vegetación potencial natural de la zona corresponde al Bosque Subhúmedo Semideciduo de la Región Oriental, con especies dominantes como *Cedrela fissilis* (cedro), *Handroanthus heptaphyllus* (lapacho rosado), *Aspidosperma polyneuron* (peroba) y *Peltophorum dubium* (yvyrá pytá).

Sin embargo, Guyra Paraguay (2018) señala que la cobertura actual se encuentra muy modificada por la urbanización, quedando relictos de vegetación nativa principalmente en Areguá, San Bernardino y sectores altos de Emboscada.

Formaciones vegetales dominantes

Bosques Higrófilos Altos

Los bosques altos presentan tres estratos arbóreos y pueden alcanzar una altura de 25 m. En el estrato superior dominan el lapacho (*Handroanthus heptaphyllus*), el timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), el yvyra pyta (*Peltophorum dubium*) y el mbocayá (*Acrocomia aculeata*). En los estratos arbóreos inferiores se destacan el inga (*Inga uraguensis*), laurel (*Ocotea diospyrifolia*), espina de corona (*Gleditsia amorphoides*), *Chrysophyllum marginatum* y el sapirangy (*Tabernaemontana catharinensis*). Muy característico es la gran abundancia de las lianas, pertenecientes a las familias Bignoniácea, Sapindaceae y Apocynaceae.

Bosques Higrófilos de Altura Media

Los bosques de altura media aparecen principalmente en las cuencas de los arroyos Pirayú y Yukyry. Alcanzan en promedio una altura de 15 m y cuentan con dos estratos arbóreos bien definidos.

Especies arbóreas características son el inga (*Inga uraguensis*), *Vitex megapotamica*, tataré (*Chloroleucon tenuiflorum*), laurel (*Ocotea diospyrifolia*), joavy guasu (*Seguiera paraguariensis*) y el kupa'y (*Copaifera langsdorfii*).

Bosques Higrófilos Bajos

En sitios más bajos e inundables en las orillas del lago aparecen bosques ribereños bajos de unos 7 m de altura en los que dominan el sauce (*Salix humboldtiana*) y el ceibo (*Erythrina cristagalli*). Estos pueden estar acompañados por el inga (*Inga uraguensis*) o el kurupika'y (*Sapium haematospermum*).

Matorrales Higrófilos

Los matorrales húmedos se desarrollan en zonas bajas e inundables en los bordes de cursos de agua. Pueden adquirir aspectos diferentes y generalmente están formados por unas pocas especies.

Las especies arbustivas características de estos matorrales son el jukeri (*Mimosa pigra*), el ceibo (*Erythrina cristagalli*), kurupika'y (*Sapium haematospermum*), mandyju rá (*Ipomoea carnea subsp. fistulosa*) y *Sesbania virgata*. Generalmente domina una especie y las otras aparecen como acompañantes.

Inventario forestal en el área de influencia

El Censo Forestal es un inventario comercial al 100% de una determinada área, en la que se registran datos de campo de árboles, para determinar su ubicación, especies, y estado fitosanitario.

Las etapas del censo forestal son la planificación, la toma de datos y el procesamiento. La planificación del censo forestal consiste en la toma de decisiones y preparación de todo lo que se requiere para la toma de datos en el campo y su procesamiento, dentro de la planificación se consideran los equipos y herramientas necesarios a utilizar, metodología de trabajo y apoyo logístico para todo el tramo, parámetros a evaluarse y formato de levantamiento de datos. Los materiales y herramientas necesarios para desarrollar la actividad fueron: Marcadores, Planillas de campo, machetes, cinta métrica, brújulas, GPS.

Para la toma de datos es necesario identificar todos los árboles encontrados dentro de la franja de dominio, viviendas, empresas privadas, asentamientos, parques, plazas, área silvestre protegida.

Los parámetros más importantes que se evalúan en el campo son: nombre común de la especie, DAP (diámetro a la altura de pecho a 1,30 cm), calidad de fuste, altura comercial, altura total, ubicación del árbol en coordenadas UTM.

Cabe señalar que se ha realizado un inventario forestal (censo forestal) para determinar las especies arbóreas que serán afectadas, así como la cantidad de los mismos. No obstante, se prevé la presentación de datos actualizados, completos y específicos por cada lote previo a los trabajos operativos.

Composición/recomposición paisajística y arbórea

La composición paisajística del área Ypacaraí–Luque está conformada por una matriz de usos mixtos: urbano, periurbano, forestal secundario, agrícola y lacustre. Según Crespo y Dávalos (2012), el paisaje del Paraguay Central presenta un patrón de fragmentación en mosaico, con pequeñas islas de vegetación nativa rodeadas por zonas urbanas o agrícolas.

En la Cordillera de los Altos, el relieve ondulado y la presencia de colinas rocosas favorecen microhábitats diferenciados, mientras que en los valles (Ypacaraí, Itauguá) predominan suelos planos con vegetación secundaria. El Lago Ypacaraí y su cinturón ripario constituyen el principal elemento estructurante del paisaje, aportando valores escénicos, ecológicos y recreativos (Arrabal & Álvarez, 2017).

De acuerdo con SEAM (2015), la pérdida de cobertura vegetal y la expansión urbana dispersa generan discontinuidades ecológicas y pérdida de servicios ambientales, por lo que se recomienda preservar franjas de amortiguamiento en torno al lago y los cursos de agua principales.

Proyecto de compensación forestal

El número de individuos a recomponer se establece conforme a lo dispuesto en la Ley N° 4.928/2013 “De Protección al Arbolado Urbano”. Según esta normativa, la relación de reposición es de 1:10, es decir, diez individuos plantados por cada árbol afectado en zonas urbanas, y de 1:3 en zonas rurales. Asimismo, se tendrá en cuenta la normativa municipal vigente en cada distrito afectado, en especial las ordenanzas específicas relacionadas con la protección del arbolado, reforestación y uso del suelo, de manera a garantizar el cumplimiento de los requerimientos locales en materia ambiental.

6.3. Medio Socioeconómico y Cultural

En términos de morfología urbana, el Atlas Metropolitano del PNUD (2021) documenta un patrón de expansión urbana en mosaico con núcleos compactos, periurbanización difusa y corredores viales que articulan centralidades (Asunción–Luque–Areguá–Itauguá–Ypacaraí). Este patrón se superpone con una identidad cultural reconocible: artesanías de alto valor simbólico (ñandutí en Itauguá, filigrana y arpa en Luque, cerámica y frutilla en Areguá), turismo lacustre (San Bernardino–Ypacaraí) y cantería (Emboscada), conforme a SENATUR y SNC.

6.3.1. Departamento Central

Según los datos obtenidos del Atlas Central de la Dirección General De Estadística, Encuestas y Censos, el Departamento Central cuenta con una extensión territorial de 2.465 km², se destaca por su alta concentración territorial de población, siendo el único departamento que posee más de 500 habitantes por km².

Está dividido en 19 distritos, y es Areguá su capital. De 1962 a la actualidad aumentó 6 veces su población. Es hoy el departamento más poblado, albergando al 26,4% del total de habitantes del país, y el que posee la mayor proporción de mujeres, superando (aunque sin mucha diferencia) a la de hombres. Residen en él 1.362.893 personas, principalmente en el área urbana. De cada 100 individuos, 35 son niños, 28 son jóvenes, 31 son adultos y sólo 6 son adultos mayores. Todos los indígenas de la zona, que alcanzan más de 1.300, residen en el área urbana. Se encuentra entre los departamentos que mayor porcentaje de personas documentadas tienen, es decir, que registraron sus nacimientos y que cuentan con Cédula de Identidad. Algunos atractivos del departamento son: en Itaiguá, el Museo San Rafael y su típica artesanía en ñandutí; en Areguá, sitios de vacaciones con balnearios sobre el lago Ypacaraí y centros de producción de cerámica; en Capiatá, la iglesia de estilo barroco y la cerámica, valorada en todo el mundo; en Villeta y San Antonio, playas y zonas de pesca y los cerros Koi y Chororí; en Guarambaré, el folklore; en Luque, la artesanía en oro y plata y la fabricación de arpas y guitarras; en Fernando de la Mora y Mariano Roque Alonso, los centros de diversión nocturna, y en Limpio, zonas de pesca y playas.

Educación

Asiste a una institución educativa el 96,2% de la población de 6 a 14 años. La población analfabeta (personas de 15 años y más de edad que no tienen el segundo grado aprobado) decreció en las últimas décadas, bajando de 13,9% en el año 1982 a 2,9% en el año 2012. Por otro lado, el promedio de años de estudio ha ido aumentando, registrándose para la población de 15 años y más de edad 9,6 años de estudio en promedio en el año 2012, en comparación a un promedio de 5,9 años de estudio en 1982. La población de 5 años y más de edad sin instrucción decreció en la última década, bajando de 8,0% en el año 2002 a 2,4% en el año 2012. Por otro lado, la proporción de esta población que tiene la educación secundaria y terciaria ha aumentado en los últimos 20 años, aumentando de 12,5% y 5,3% en el año 1992 a 28,1% y 13,9% en el año 2012, respectivamente.

Empleo

En el año 2012 se encuentra económicamente activa el 53,4% de la población de 10 años y más de edad, encontrándose ocupadas el 97,7% de la misma. La mayor parte de la población económicamente activa se concentra en actividades del sector terciario (comercio y servicios), el cual aglomera al 69,9% de la misma. Por

otro lado, se encuentran económicamente inactivas el 45,7% de las personas de 10 años y más de edad.

Vivienda y hogar

El total de viviendas particulares con personas presentes en el año 2012 asciende a un total de 326.763, con un promedio de 4,0 personas por vivienda, de acuerdo con el Censo Nacional de Población y Viviendas 2012, con una cobertura de 85,0% para el departamento de Central. Cerca de la totalidad de las viviendas disponen de luz eléctrica, contando con este servicio el 99,5% de las mismas en el año 2012. Además, poco más de 9 de cada 10 viviendas cuentan con agua corriente y baño con pozo ciego y/o red cloacal.

Por su parte el servicio de recolección de basura ha aumentado en las últimas décadas, pasando de 13,2% a 53,5% de 1982 al año 2012. Por otro lado, ha disminuido el porcentaje de hogares con jefaturas masculinas de 80,6% a 62,1% de 1982 al año 2012, período en el cual se nota que la participación de las mujeres como jefe de hogar va en aumento.

Ciudad de Luque

Demografía

Según el censo 2022, Luque cuenta con aproximadamente 259.705 habitantes, siendo la ciudad más poblada del Departamento Central.

Economía

Luque es un polo industrial y comercial: destaca el sector de artesanía de metales preciosos (filigrana, joyería) como parte importante de su economía local.

Patrimonio / Turismo

Culturalmente está vinculada a la música (“ciudad de la música”), producción de arpas y guitarras, y artesanía de joyería.

Empleo/Población activa

Aunque no se cuenta con una cifra reciente detallada por sexo/trabajo para Luque en los datos consultados, el crecimiento poblacional ligado a migración hacia la ciudad implica desafíos de empleo formal, servicios residenciales y género (mujeres en artesanía, microempresas) Asimismo, la rápida expansión urbana trae retos de inclusión, vivienda y servicios básicos.

6.3.2. Diagnóstico socioeconómico

Tramos censados

En el cuadro y la figura se muestra una cobertura territorial equilibrada, con mayor presencia de registros en los tramos que coinciden con áreas urbanas consolidadas o de alta densidad residencial.

Cuadro N° 18. Tramos censados.

Lote	Valor	Frecuencia	Porcentaje
1	Tramo 11	115	12,7%
	Tramo 12	40	4,4%

En conjunto, la distribución de los tramos refleja el carácter mixto del área de influencia del proyecto, donde conviven zonas urbanas densas con espacios semiurbanos y rurales, configurando un escenario variado en términos de ocupación, servicios y dinámica socioeconómica.

Situación laboral

Cuadro N° 19. Situación laboral

#	Valor	Frecuencia	Porcentaje
1	Comerciante	36	23,2%
2	Prestador/a de servicios	49	31,6%
3	Empleado/a del sector privado	21	13,5%
4	Funcionario/a del sector público	10	6,5%
5	Jubilado/a	12	7,7%
6	Recibe ayuda económica de terceros	15	9,7%
7	Recibe subsidio de Estado	4	2,6%
8	No percibe ingresos actualmente	8	5,2%

La situación laboral de la población censada muestra una fuerte presencia de trabajadores por cuenta propia, característica común en entornos urbanos y periurbanos con estructura económica diversificada. Los comerciantes representan el segundo grupo más numeroso, con el 23,2% del total, esto no implica que todos cuenten con comercios en el área del proyecto, ya que muchos de ellos son comerciantes de otras localidades. Pero antes, se encuentran los prestadores de servicios con el 31,6%.

El 13,5% corresponde a empleados del sector privado y el 6,5% a funcionarios públicos, lo que indica una menor participación del empleo asalariado formal dentro del área de influencia. Los jubilados representan el 7,7%, mientras que un 9,7% de las personas señaló recibir ayuda económica de terceros y un 2,6 % algún tipo de subsidio estatal.

Por último, el 5,2 % manifestó no percibir ingresos actualmente, grupo que puede incluir tanto personas desempleadas como aquellas dedicadas a tareas no remuneradas. En conjunto, la tabla y el gráfico reflejan una estructura laboral heterogénea, donde predominan actividades independientes y de pequeña escala, estrechamente vinculadas a la dinámica económica local.

Percepción sobre el proyecto

El gráfico y la tabla presentan la percepción general de los censados sobre el proyecto.

Cuadro N° 20. Percepción sobre el proyecto.

#	Valor	Frecuencia	Porcentaje
1	Opiniones positivas	80	51,6%
2	Opiniones negativas	53	34,2%
3	Opiniones Neutras	17	11%
4	No emiten opinión por falta de información	5	3,2%

La mayoría de los participantes (51,6%) manifestó opiniones positivas, destacando principalmente que la obra mejorará el tránsito, aumentará la seguridad vial y facilitará el acceso a Asunción. También se mencionó que el proyecto favorecerá el turismo y las actividades comerciales, al generar mayor circulación de personas. En varios casos, los encuestados expresaron su conformidad con el proyecto, siempre que la indemnización sea justa. En particular, las personas con negocios o casillas ubicadas muy cerca de la ruta señalaron que estaban de acuerdo siempre que la reubicación sea adecuada y se tome en cuenta la situación de la población afectada.

Por otro lado, un 34,2% de los censados expresó opiniones negativas, siendo el desarraigo y el rechazo a ser afectados por el proyecto los motivos más reiterados. Otras preocupaciones frecuentes se relacionan con la posible pérdida de ingresos familiares, la afectación ambiental y el temor a la instalación de divisorias en el camino, que podrían limitar el normal desarrollo de las actividades económicas. En el Tramo 11, las opiniones negativas se centraron en el desacuerdo con la autopista elevada, por considerar que Luque podría convertirse en una ciudad de paso, además de la posible generación de ruido y accidentes. Asimismo, en muchos casos los censados manifestaron que les falta información sobre el alcance y los detalles del proyecto.

Finalmente, un 11% de las respuestas fueron neutras, mientras que un 3,2% no emitió opinión por falta de información suficiente. En conjunto, los resultados reflejan una predisposición mayoritariamente favorable, aunque acompañada de inquietudes legítimas vinculadas al impacto social, económico y ambiental.

Vendedores informales/ocupantes de franja de dominio

Casilleros varios

Existen otros vendedores informales con estructura en la franja de dominio, los cuales se dedican al comercio de accesorios, alimentos, entre otros.

Diagnóstico cultural

Las evidencias de carácter arqueológicas y/o entidades culturales se encuentran protegidas por la Ley N° 5621/2016 de Protección del Patrimonio Cultural, garantizando su carácter público y social del patrimonio, y estableciendo acciones que hagan efectivo el cumplimiento de su objeto.

El Protocolo de actuación en arqueología preventiva debe responder a la necesidad de sistematizar la información que pueda encontrarse en el transcurso de la obra, así como establecer mecanismos de salvaguarda y protección del patrimonio arqueológico, paleontológico e histórico, que sean más acertadas y efectivas en su propósito de promover una apropiación de este.

La ruta vial propuesta de acceso interconexión Ypacaraí–Areguá–Luque de la ruta PY O2, atraviesa los municipios de Ypacaraí, Itauguá, Areguá y Luque, paralelo a las vías del ex Ferrocarril Carlos Antonio López (antes Ferrocarril Central del Paraguay – FCCP), y en su recorrido involucra áreas de interés cultural, identificadas como Centros históricos, así como antiguas Estaciones y Paradas del Tren, declarados y reconocidos como patrimonio cultural de la nación. A continuación, se hace una descripción de los sitios de importancia cultural:

Luque/zona de alto valor cultural

Superficie del Centro histórico: 31 hectáreas. El edificio está medianamente en buen estado, tiene rajaduras en las paredes portantes, fallo en los cimientos, que ponen en peligro el techo. Las aberturas están deterioradas por falta de mantenimiento que mitigue las acciones de los agentes atmosféricos a los que están expuestos a través del tiempo.

La estación es habitada por el encargado y su familia. Una parte de la estación se encontraba cerrada; según expresiones del encargado es utilizada para los ensayos del coro de la Iglesia de Luque. Fue restaurado en el año 2020, y funcionaba un pequeño museo, pero el mismo fue clausurado y todos los elementos que lo componían fueron llevados a la central. En el patio de maniobras se encuentran varios vagones, varios de ellos abandonados, y uno está siendo utilizado como hamburguesería. Está intervenido con pinturas de colores azul y amarillo e imágenes alusivas al tema de uso. Se observan rieles y vigas de la época amontonados en calles aledañas, sin control y cuidado.

Las evidencias de carácter arqueológicas y/o entidades culturales se encuentran protegidas por la Ley N° 5621/2016 de Protección del Patrimonio Cultural, garantizando su carácter público y social del patrimonio, y estableciendo acciones que hagan efectivo el cumplimiento de su objeto.

Instituciones educativas

Respecto a este tipo de instituciones, las mismas fueron identificada y divididas de acuerdo a su ubicación respecto a su ubicación en el área de influencia del proyecto. Si están ubicadas como frentistas de las obras (área de influencia directa) o si se encuentran en fuera de ella (área de influencia indirecta), tal cual lo indica el siguiente cuadro.

Cuadro N° 21. Instituciones educativas identificadas en el Área de Influencia.

#	Área de Influencia	Institución educativa
1	Área de Influencia Directa	Colegio Dr. Manuel Domínguez (Pk 30+000)
		Escuela Especial N° 13 Club de Leones (Pk 29+900)
		Escuela Básica N° 1238 P.S. San Martin de Porres (Pk 0+100)
		Escuela Básica N° 269 Julio Correa (Pk 30+000)
		Escuela Básica N° 909 Compañero de Vida y Alegría (Pk 25+800)
2	Área de Influencia Indirecta	Colegio Nacional Silvio Pettirossi
		Colegio Privado Saint Patrick School
		Escuela Básica N° 3780 Sagrada Familia
		Colegio Nacional Héroes de la Patria
		Escuela Básica N° 859 Héroes de la Patria
		Escuela Básica N°1137 Nuestra Señora del Rosario
		Escuela Básica. N° 3787 San Francisco de Sales
		Escuela Básica N° 1236 Sagrado Corazón de Jesús
		Escuela Básica N°2825 Comunidad Educativa Alva
		Escuela Básica N° 115 Mariscal José Félix Estigarribia
		Escuela Básica N° 1138 Santa Teresa
		Escuela Básica N° 2871 María Auxiliadora
		Escuela Básica N° 5618 Santa María
Escuela Básica N° 110 Capitán Bernardino Caballero		

Ocupaciones y usos críticos identificados

- Entre los Pk 27+115 y 28+300 se identificaron al menos tres grupos de asentamientos informales ubicados dentro de la franja de dominio del ferrocarril. Estas ocupaciones no cumplen con los criterios de elegibilidad para la aplicación de las medidas previstas en el Sub-programa de Reasentamiento. No obstante, serán atendidas mediante otras acciones de gestión social, particularmente en lo referente al pago de mejoras, asistencia para desmontaje y mudanza, y la gestión de acuerdos específicos orientados a mejorar su situación.
- En los Pk 28+500 y 29+000 se registraron inmuebles con ocupantes considerados conflictivos por la comunidad local, quienes los identifican como personas de hábitos o actividades que generan preocupación. Los vecinos también han advertido sobre la necesidad de ingresar a la zona con precaución.

En estos casos será indispensable implementar medidas de abordaje social y comunicacional específicas, orientadas a mitigar riesgos y facilitar la interacción institucional.

- Entre los Pk 30+600 y 30+900 se localizaron, dentro de la franja de dominio y del área de construcción, diversos comercios tales como una financiera, ML Calentitas, Sueñolar, Bacon Burger, entre otros. Toda afectación a estos inmuebles y otros similares, deberán gestionarse mediante los programas de liberación de franja de dominio, garantizando procesos de compensación adecuados conforme a la normativa legal vigente.
- Entre los Pk 30+550 y 31+100, aproximadamente, se identifican afectaciones sobre la Av. Gral. Elizardo Aquino y Capitán Valois Rivarola, incluyendo la ciclovía y el Parque Valois Rivarola, el cual cuenta con canchas de fútbol y otros espacios públicos de esparcimiento. Estas intervenciones deberán ejecutarse previa articulación institucional entre la Municipalidad y el MOPC, complementada con un plan comunicacional dirigido a la comunidad local afectada, a fin de gestionar adecuadamente los impactos en infraestructura y uso público del espacio.
- Entre los Pk 29+650 y 29+800 se ubica la Plaza del Ferrocarril que coincide con la delimitación del Casco Histórico de la Ciudad de Luque. La posible interacción del proyecto con este sitio considerado valioso deberá ser analizada a través de la Evaluación de Impacto Patrimonial a ser abordada a través de una Mesa de Trabajo entre la SNC, FEPASA, MOPC y la Concesionaria.

7. MARCO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO

7.1. Marco constitucional

7.1.1. Desarrollo de los principios constitucionales

El ambiente como derecho humano y el desarrollo sostenible

Un valor importante para un proyecto de esta envergadura es reconocer el valor jurídico del derecho a vivir en un ambiente ecológicamente equilibrado que, en interpretación recurrente de la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH), se trata de un derecho humano autónomo, con connotaciones individuales y colectivas; estrechamente vinculado con otros derechos humanos como el derecho a la vida, a la salud, a la integridad¹. Considerando este norte jurídico especialmente relevante, esta interpretación de este alto tribunal interamericano está en directa armonía con la Constitución de la República del Paraguay² que reconoce, dentro de su catálogo de derechos fundamentales, al derecho a vivir en un ambiente ecológicamente equilibrado en armonía con el desarrollo humano integral (art. 7°), así como el deber estatal de la protección ambiental (art. 8°). A su vez, estas dos normas fundamentales se relacionan estrechamente con una serie de derechos fundamentales, como el derecho a la vida (Art. 4°), el derecho a la calidad de vida (Art. 6°), el derecho de acceder a la información que obra en poder del Estado (Art. 28°), el derecho a participar en los asuntos públicos (Art. 117°), el derecho a la defensa de los intereses difusos (Art. 38°), y el derecho a la salud (Art. 68°).

Como ya ha sostenido la Corte Suprema de Justicia – (CSJ), el derecho a vivir en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado (Art. 7°) es un atributo fundamental de las personas, ya que de su preservación depende la vida humana (Art. 4°). Asimismo, como consecuencia lógica, si la degradación ambiental tiene el potencial de afectar la vida, necesariamente también puede hacer lo propio con la salud humana (Art. 68°)³. Sobre este punto la Corte ha sostenido:

“(…) De hecho, los factores perturbadores del medio ambiente causan daños irreparables a los seres humanos, y si ello es así, habría que decirse que el medio ambiente es un derecho fundamental para la existencia de la humanidad”⁴.

¹ Opinión Consultiva OC–23/17 (“Medio Ambiente y Derechos Humanos”); Opinión Consultiva OC–32/25 (“Emergencia Climática y Derechos Humanos”); Caso Habitantes de La Oroya vs. Perú (2023).

² El texto de la Constitución, así como el de todas las normas legales y reglamentarias referidas en el presente documento se encuentran disponibles en forma gratuita y a texto vigente en el sitio web del Biblioteca y Archivo del Congreso Nacional www.bacn.gov.py.

³ Acuerdo y Sentencia N°98 del 05–04–99 “Caso Viudes”.

⁴ Acuerdo y Sentencia número 265 del 4 de mayo de 2018.

Más recientemente, la Corte sostuvo:

“No tenemos que perder de vista que el derecho a un ambiente saludable, se encuentra estrechamente vinculado con el derecho a la salud y la vida, reconocidos constitucionalmente como derecho fundamental e inherente a la persona humana, por lo que toda norma que integre nuestro derecho positivo deberá indefectiblemente estar orientada a tutelarlos, a los efectos de lograr el bienestar social, tornando operante el carácter de Estado Social de Derecho proclamado por la Constitución, cuestiones estas observadas en el contenido de la norma atacada”⁵.

Siguiendo el mismo derrotero lógico, toda eventual afectación a la salud como consecuencia de la degradación ambiental, afecta necesariamente la calidad de vida (Art. 6°) de quienes la padecen.

Luego de establecer el derecho de toda persona a vivir en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, la Constitución prevé mecanismos jurídicos a través de los cuales se garantizará este derecho. Así, prevé que *“las actividades susceptibles de producir alteración ambiental serán reguladas por la Ley”*, que *“el delito ecológico será definido y sancionado por la ley”* y que, *“el daño ambiental importará la obligación de recomponer e indemnizar”* (Art. 8°). También que el Estado debe atender a la defensa de los pueblos indígenas de *“la depredación de su hábitat (y) la contaminación ambiental”*. Y, finalmente, que la Reforma Agraria y el desarrollo rural se efectuará de acuerdo con *“la defensa y la preservación del ambiente”* (Art. 115°, inciso g)).

Acceso a la justicia ambiental

Por supuesto, todo derecho requiere –para no tornarse ilusorio– que pueda ser exigido coactivamente ante el poder público, particularmente ante los tribunales de justicia; esto es, que haya una acción que pueda ejercer el afectado para que se restituya el goce efectivo del derecho menoscabado y que se reparen o indemnicen los perjuicios que hubiera sufrido.

En el caso puntual de la defensa del derecho al ambiente, la Constitución prevé que no sólo el afectado, sino cualquier persona pueda ejercer una acción popular (Art. 38°), esto es, que pueda requerir al poder público medidas en defensa del ambiente, esté o no particularmente afectado por la degradación ambiental. **Y esto es absolutamente esencial para un proyecto de esta envergadura, que no solo debe garantizar el estricto cumplimiento de las medidas de gestión y mitigación sino también ofrecer espacios de participación, mecanismos de recepción de reclamos o quejas, e implementar medidas adecuadas correctivas frente a impactos no considerados o desconocidos.**

⁵ Acuerdo y Sentencia 272 del 9 de marzo de 2023.

Principio de desarrollo sostenible

Dado que un proyecto de esta naturaleza está vinculado con los planes y las políticas públicas del Estado paraguayo, conforme a su más reciente Plan Nacional de Desarrollo 2050, resulta indispensable comprender cómo la Constitución de la República integra el principio de desarrollo sostenible.

Al respecto, la Constitución de Paraguay no lo menciona de manera explícita, pero sí incorpora sus elementos esenciales a través de diversos mandatos constitucionales. El texto fundamental orienta al Estado hacia el desarrollo humano integral, incluyendo la dimensión social, ambiental y económica (Arts. 6°, 7°, 78°, 114°, 176°, 177°), lo que implica mejorar la calidad de vida de la población de manera equilibrada y con visión de futuro, consagrando explícitamente *“la utilización racional de los recursos disponibles, con el objeto de impulsar un crecimiento ordenado y sostenido de la economía, de crear nuevas fuentes de trabajo y de riqueza, de acrecentar el patrimonio nacional y de asegurar el bienestar de la población”* (Art. 176°), así como el *“aprovechamiento sostenible de los recursos naturales”* (Art. 116°). Asimismo, la Constitución integra dimensiones sociales y económicas vinculadas a este principio mediante la función social de la propiedad (Art. 109°), la reforma agraria y el desarrollo rural (Art. 114°), y la planificación del desarrollo nacional (Art. 176°). Finalmente, la participación ciudadana y el acceso a la información (Arts. 117°, 28°) refuerzan la dimensión procedimental del desarrollo sostenible. Este enfoque constitucional se complementa sólidamente con la esencia del desarrollo sostenible.

7.2. Marco legal ambiental general

La EvIA es la puerta de entrada que condiciona el inicio de obras o actividades, fija medidas de mitigación, compensación y recomposición, y abre espacios de participación; pero la DIA no supe permisos específicos que por ley deban cumplirse de manera imperativa.

La Ley que regula la disposición constitucional que establece que *“las actividades susceptibles de producir alteración ambiental serán reguladas por la Ley”* es la N° 294/1993 de evaluación de impacto ambiental. Esta ley está reglamentada por el Decreto N° 453/2013 (texto según Decreto N° 954/2013).

A priori, la Ley N° 294/1993 tiene un alcance muy amplio, ya que define como impacto ambiental a:

“toda modificación del medio ambiente provocada por obras o actividades humanas que tengan, como consecuencia positiva o negativa, directa o indirecta, afectar la vida en general, la biodiversidad, la calidad o una cantidad significativa de los recursos naturales o ambientales y su aprovechamiento, el bienestar, la

salud, la seguridad personal, los hábitos y costumbres, el patrimonio cultural o los medios de vida legítimos” (Art. 2°).

Y, reforzando dicho alcance amplio, al listar las obras y actividades que deben someterse a evaluación de impacto ambiental, se prevé que también podrán ser objeto de la EvIA *“Cualquier otra obra o actividad que por sus dimensiones o intensidad sea susceptible de causar impactos ambientales” (Art. 7°, inciso “s”).*

Esta amplitud puede ser regulada por el Poder Ejecutivo, ya que el Art. 9° de la misma ley establece que:

“Las reglamentaciones de la presente Ley establecerán las características que deberán reunir las obras y actividades mencionadas en el Artículo 7° de esta Ley cuyos proyectos requieran Declaración de Impacto Ambiental, y los estándares y niveles mínimos por debajo de los cuales éstas no serán exigibles”.

Antes de la entrada en vigor del Decreto N° 453/2013 no había limitación alguna a los proyectos de obras y actividades sometidas al régimen de EvIA. Eso generaba mucha discrecionalidad y hasta corrupción. En la actualidad, el listado de obras y actividades que deben someterse a este procedimiento está bien delimitado y todo lo que no está expresamente incluido está excluido.

La Ley N° 294/1993 y sus reglamentaciones desarrollan las cuatro etapas tradicionales de cualquier régimen jurídico de evaluación de impacto ambiental, esto es, las etapas de 1) iniciación y consulta; 2) estudio de impacto ambiental; 3) información y participación; y, 4) pronunciamiento de la autoridad estatal.

En materia de información y participación, todo relatorio de impacto ambiental (el resumen del Estudio de Impacto Ambiental) es publicado en la página web del MADES, además de su difusión por medios impresos y radiales. La audiencia pública sólo es obligatoria cuando es solicitada por cualquier potencial afectado por el proyecto de obra o actividad o cuando pueda afectar en forma directa a comunidades indígenas. En los demás casos, es potestad del MADES convocarla o no.

El EIA del proyecto, su PGA y todos los programas y subprogramas, así como las eventuales auditorías, garantiza el cumplimiento efectivo de la Ley N° 294.

Asimismo, como una estrategia general del proyecto, se proponen un programa de gestión social, con la finalidad de establecer espacios de difusión de la información, participación, corrección, mejora o inclusive atención de reclamos. Todo lo mencionado, se encuentra en armonía con el Principio 10 de la Declaración de Río de 1992.

7.3. Institucionalidad involucrada

7.3.1. Instituciones nacionales de planificación y ejecución (liderazgo del proyecto)

Cuadro N° 22. Instituciones nacionales involucradas.

Institución	Competencias institucionales	Ley Orgánica Principal	Rol en el proyecto PY02
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)	Elaborar, proponer y ejecutar políticas de infraestructura vial, transporte y obras públicas; supervisar concesiones APP; coordinar con entidades locales y ambientales.	Ley N° 167/1993 (aprueba Decreto-Ley N° 5/1991, estructura orgánica y funciones del MOPC).	Entidad rectora: es la contraparte estatal en el contrato de participación público-privada con Rutas del Este; Es la institución estatal encargada de gestionar los procesos de liberación de franja de dominio por medio de la expropiación (en los casos que corresponda).
Ministerio de economía y finanzas (MEF)	Las del artículo 8° de la Ley N° 7.452/2025.	Ley N° 7.158/2023	Asigna los riesgos del contrato y lleva un registro sobre los pagos realizados. Contrata auditorías.
Procuraduría general de la República	Las del artículo 9° de la Ley N° 7.452/2025.	Ley N° 6.837/2021	Representante legal del Estado paraguayo. Emite dictámenes en todas las cuestiones contractuales, con relación a la contraparte privada.

7.3.2. Instituciones con competencia ambiental relevante para el proyecto

Cuadro N° 23. Instituciones con competencia ambiental relevante.

Institución	Competencias institucionales	Ley Orgánica Principal	Rol en el proyecto PY02
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)	Formular políticas ambientales; aprobar Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA); supervisar cumplimiento de normas de biodiversidad y cambio climático.	Ley N° 1.561/2000 (crea Sistema Nacional del Ambiente y SEAM, elevada a MADES por Ley N° 6.123/2018).	Autoridad ambiental Nacional.
Instituto Forestal Nacional (INFONA)	Administrar y promover recursos forestales; otorgar planes de manejo; monitorear deforestación.	Ley N° 3.464/2008 (crea INFONA como entidad autárquica y descentralizada).	Supervisión forestal.
Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ERSSAN)	Regula, control y supervisa los servicios de provisión de agua potable y alcantarillado sanitario en el país.	Ley N° 1.614/2000 (Marco Regulatorio y Tarifario de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario).	Las obras que afecten servicios de alcantarillado sanitario deberán adecuarse a los reglamentos del ERSSAN.

7.3.3. Instituciones de Bienestar social y laboral (aspectos sociales y de empleo)

Cuadro N° 24. Instituciones con competencia de bienestar social y laboral.

Institución	Competencias institucionales	Ley Orgánica Principal	Rol en el proyecto PY02
Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS)	Promover salubridad general; proveer asistencia sanitaria; intervenir en determinantes sociales de salud.	Decreto-Ley N° 2.001/1936 (crea MSPBS y adopta Ley Orgánica de Salud Pública); actualizado por Decreto N° 21.376/1998 y Ley N° 5.282/2014 (estructura orgánica).	Salud comunitaria: monitorea impactos sanitarios en comunidades.
Ministerio del Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTESS)	Velar por régimen laboral; promover empleo y seguridad social; capacitar en condiciones de trabajo.	Ley N° 5115/2013 (crea MTESS).	Empleo y SST: supervisa condiciones laborales en obras (e.g., seguridad en duplicación de carriles); promueve empleo local en construcción.

Institución	Competencias institucionales	Ley Orgánica Principal	Rol en el proyecto PY02
Instituto Paraguayo del Indígena (INDI)	Velar por los derechos de los pueblos indígenas; promover su participación en políticas públicas; realizar censos y regularizar tenencia de tierras; articular con entidades nacionales e internacionales para la preservación cultural y autodeterminación; capacitar en producción agropecuaria, forestal y artesanal.	Ley N° 904/1981 "Que aprueba el Estatuto del Instituto Paraguayo del Indígena".	Coordina y fiscaliza los procedimientos de consultas previas libres e informadas (Convenio 169 de la OIT, incorporado por Ley N° 941/1982 y regulado por el Decreto 1309); integra planes de gestión social y económica en el EIA.
Municipalidades	Promover desarrollo local; regular uso de suelo; participar en planificación urbana.	Ley N° 3.966/2010 (Orgánica Municipal).	Gestión local en materia ambiental.

7.3.4. Instituciones de Gobierno local y departamental

Cuadro N° 25. Instituciones de gobierno local y departamental.

Institución	Competencias institucionales	Ley Orgánica Principal	Rol en el proyecto PY02
Municipalidades (Luque, San Bernardino, Areguá, Ypacarai)	Promover desarrollo local; regular uso de suelo; participar en planificación urbana.	Ley N° 3966/2010 (Orgánica Municipal).	Gestión local en materia ambiental.
Gobernaciones (Departamento Central, Cordillera)	Coordinar municipalidades; promover desarrollo departamental; ejecutar políticas nacionales.	Ley N° 426/1994 (Carta Orgánica de Gobiernos Departamentales).	Coordinación territorial: integran planes viales con municipalidades; supervisan ejecución en sus jurisdicciones.

7.3.5. Otras instituciones relevantes

Cuadro N° 26. Otras instituciones relevantes.

Institución	Competencias institucionales	Ley Orgánica Principal	Rol en el proyecto PYO2
Ministerio Público	Perseguir delitos; defender legalidad y derechos; investigar infracciones.	Ley N° 1.562/2000 (Orgánica del Ministerio Público).	Fiscalización penal: investiga denuncias ambientales/laborales (e.g., deforestación ilegal en tramos).
Secretaría Nacional de Cultura	Promover y proteger patrimonio cultural; declarar bienes de interés.	Ley N° 3.051/2006 (Nacional de Cultura); reglamentada por Decreto N° 10.278/2007.	Protección cultural: evalúa impacto en sitios históricos; declara intereses culturales.
Ministerio del Interior	Superior Jerárquico de la Policía Nacional. Superior jerárquico del Departamento de Bosques y Ambiente de la policía (DBOA).	Decreto N° 12.515/1996 (estructura orgánica).	Seguridad nacional: coordina tareas de seguridad. Funciones de fiscalización y represión de ilícitos ambientales.

7.4. Consideraciones legales ambientales específicas para los tramos 11 y 12

En la zona de influencia directa del proyecto, correspondiente a los Tramos 11 y 12 se han visualizado algunos elementos que merecen ser tenidos en cuenta:

7.4.1. Bosques protectores de cauces hídricos

En cuanto a las áreas que afectan bosques protectores de cauces hídricos: estos cuentan con un régimen especial regulado por la Ley N° 4241. Aunque dicha ley no prevé la posibilidad de compensar su pérdida, esta posibilidad debe ser analizada en términos del Art. 8° de la Constitución. Bajo un principio de analogía, puede mirarse la situación de la compensación por insuficiencia en la reserva legal de bosques naturales cuyo régimen se establece en la Ley N° 3001/2006. Situación distinta es la que se puede deducir de lo dispuesto por la Ley N° 4928 “De protección al arbolado urbano”, ya que ésta establece un régimen de compensación por cada árbol afectado, no así por el impacto en el ecosistema.

En principio, los bosques protectores deben mantenerse intactos, ahora bien, si, por imperativos de diseño de la obra, resulta inevitable eliminarlos, la ingeniería de la obra garantizará que las estructuras sustitutas cumplan las funciones esenciales de dichos bosques (protección de cauces, estabilización de suelos, regulación hídrica, etc.). En carácter de indemnización (conforme lo manda el Art. 8° de la Constitución) –pues ninguna obra de ingeniería puede replicar al 100% las funciones ecosistémicas del bosque– se propone la adquisición de certificados

de servicios ambientales conforme al artículo 12° de la Ley N° 3001/2006, tal como se detalla en el estudio.

De igual manera, aunque jurídicamente sea posible la compensación, la afectación al ecosistema debe ser el menor posible considerando, además, que las funciones naturales del cauce no pueden ser mermadas.

7.4.2. Bienes de patrimonio cultural

En relación con los bienes de patrimonio cultural, particularmente la antigua estación de ferrocarril, el diseño de la obra ha sido concebido para generar la menor afectación posible, priorizando la preservación de su integridad estructural, arquitectónica y valor histórico. A tal efecto, se contempla la realización de una evaluación de impacto patrimonial sobre bienes culturales, conforme a los lineamientos de la Ley N° 5621/2016 de Protección del Patrimonio Cultural y los protocolos vigentes de la Secretaría Nacional de Cultura (SNC). Dicho estudio incluirá la identificación, evaluación y propuesta de medidas de mitigación, conservación o restauración, garantizando el cumplimiento de las normas nacionales y los estándares internacionales en materia de intervención sobre patrimonio ferroviario, con participación activa de la SNC en todas las fases del proceso, además, se prevé la realización del protocolo de intervención arqueológica, regulado por la Resolución SNC 1104/2019.

7.5. Estimación de la significación socioeconómica

7.5.1. Introducción y metodología

El presente documento desarrolla la estimación de la significación socioeconómica del Proyecto Red Vial Estructurante – Accesos Ruta PYO2 (Tramos 8 al 16), conforme a lo establecido en el Art. 3° inciso b) de la Ley N° 294/1993 de Evaluación de Impacto Ambiental, que dispone expresamente que *“toda Evaluación de Impacto Ambiental deberá contener, como mínimo, una estimación de la significación socioeconómica del proyecto, su vinculación con las políticas gubernamentales, municipales y departamentales y su adecuación a una política de desarrollo sustentable, así como a las regulaciones territoriales, urbanísticas y técnicas”*.

El análisis se sustenta en la integración metodológica de dos fuentes principales:

- a) el Estudio de Impacto Ambiental Acumulativo (modificar nombre según como se denomine el EIA por tramo), que aborda los efectos sinérgicos y acumulativos de la infraestructura sobre el entorno natural y humano, y;
- b) el Censo Socioeconómico por Tramos, que recopila información demográfica, habitacional, económica y ocupacional de las poblaciones directamente vinculadas al proyecto.

La metodología aplicada combina herramientas cuantitativas —basadas en registros censales, indicadores económicos y cartografía territorial— con un enfoque cualitativo y valorativo que permite interpretar las transformaciones estructurales esperadas en el territorio. Se utiliza la triangulación de datos para garantizar la consistencia y objetividad de las conclusiones, privilegiando estimaciones conservadoras y verificables.

El propósito no se limita a identificar beneficios económicos inmediatos, sino a evaluar cómo la obra contribuye a los procesos de integración territorial, cohesión social y sostenibilidad a largo plazo, entendiendo el desarrollo como una realidad multidimensional que involucra no solo el crecimiento material, sino también la mejora de las condiciones de vida, la equidad y la conservación del ambiente.

7.5.2. Generación de empleo directo e indirecto

Durante la fase de construcción —estimada entre 2026 y 2028—, el proyecto prevé la contratación de entre 1200 y 1500 personas, abarcando trabajadores especializados, técnicos y personal de apoyo. Esta generación de empleo directo se complementa con una importante demanda de servicios conexos (transporte, provisión de materiales, alimentación, hospedaje, mantenimiento, seguridad, etc.), lo que amplía su efecto multiplicador sobre las economías locales.

La política de contratación priorizará la mano de obra local, en consonancia con los principios de desarrollo endógeno y equidad territorial. Este enfoque multiplica el impacto positivo de la inversión al distribuir ingresos en comunidades cercanas a la traza de la ruta, estimulando economías domésticas y pequeñas empresas locales.

En la etapa de operación, el proyecto mantendrá un conjunto de empleos permanentes vinculados al mantenimiento, control, seguridad, monitoreo ambiental y servicios de peaje, garantizando una fuente estable de ingresos y fomentando la profesionalización del personal técnico y operativo.

A nivel macroeconómico, el aumento del empleo genera efectos multiplicadores: dinamiza el consumo, fortalece la demanda de bienes y servicios, incrementa la recaudación tributaria y contribuye a la formalización del trabajo. A nivel micro, incide directamente en la calidad de vida de las familias, permitiendo el acceso a mayores niveles de bienestar, educación y seguridad social.

En consecuencia, la dimensión laboral del proyecto constituye uno de los componentes más relevantes de su significación socioeconómica, en tanto combina eficiencia económica con inclusión social.

7.5.3. Conectividad y reducción de costos logísticos

El proyecto PYO2 se enmarca dentro de la red vial estructurante del Paraguay, concebida como eje estratégico para la integración nacional y regional. La duplicación, ampliación y modernización de los accesos contribuirán a consolidar un sistema de transporte más fluido, seguro y eficiente.

La mejora en la infraestructura vial reducirá tiempos de desplazamiento y costos logísticos, lo que repercutirá favorablemente en la competitividad de los sectores productivos y en la reducción de pérdidas económicas asociadas a la congestión, el deterioro vehicular o los accidentes de tránsito.

Desde una perspectiva territorial, la obra permitirá mayor conectividad entre los departamentos de Central y Cordillera, integrando zonas urbanas, suburbanas y rurales, y fortaleciendo los vínculos entre centros de producción, distribución y consumo. Este aumento de la accesibilidad favorecerá la localización de nuevas actividades económicas, el turismo interno y el intercambio comercial.

A su vez, la nueva infraestructura aportará seguridad y previsibilidad al transporte, reduciendo la exposición al riesgo tanto de las personas como de las mercancías. La modernización de intersecciones, pasos a desnivel y accesos controlados disminuirá la siniestralidad, mejorando la experiencia de los usuarios y la eficiencia del sistema.

De esta manera, el proyecto no solo optimiza el flujo vehicular, sino que reordena el espacio económico a lo largo de su corredor, convirtiéndose en una palanca de desarrollo estructural y conectividad sostenible.

7.5.4. Incremento de la productividad territorial

La infraestructura vial moderna actúa como un factor de cohesión territorial y de expansión productiva. En el caso de la PYO2, el mejoramiento de la ruta impulsará la productividad al facilitar la circulación de bienes, servicios y personas, reduciendo los costos de transacción y mejorando el acceso a mercados.

La relocalización ordenada de comercios, viviendas y servicios a lo largo de la traza permitirá un reordenamiento urbano funcional, propiciando la formalización de micro y pequeñas empresas, y favoreciendo la regularización tributaria y el acceso a infraestructura adecuada.

A su vez, la obra generará una revalorización del suelo en áreas aledañas, incentivando inversiones en vivienda, industria y turismo. El aumento de la conectividad creará condiciones para la diversificación productiva, especialmente en sectores como la agroindustria, el comercio minorista, la logística y los servicios.

De este modo, la ruta se configura como un corredor de desarrollo, donde convergen actividades tradicionales y emergentes, potenciando el uso eficiente del territorio y fortaleciendo los circuitos económicos locales y regionales.

7.5.5. Desarrollo local inclusivo

El enfoque de gestión social del proyecto se basa en el principio de que toda gran obra debe generar beneficios compartidos. En este sentido, la estrategia implementada busca compatibilizar los objetivos técnicos y económicos con los derechos y aspiraciones de las comunidades.

El Censo Socioeconómico por Tramos evidencia un tejido social consolidado, con predominio de población residente de larga data y elevado sentido de pertenencia al territorio. Este factor facilita la comunicación y la aceptación social del proyecto, reduciendo potenciales tensiones y fortaleciendo el diálogo entre los actores.

La colaboración en la relocalización prevista está diseñada para mejorar las condiciones de vida de las familias afectadas, no solo restituir las.

Asimismo, el proyecto contempla mecanismos de participación ciudadana y transparencia, que garantizan la intervención activa de los habitantes en el proceso de toma de decisiones. En los casos que corresponda, se aplicará el Protocolo de Consulta Previa, Libre e Informada, conforme al Convenio 169 de la OIT, para asegurar el respeto de los derechos colectivos de las comunidades indígenas.

En conjunto, estas medidas expresan un modelo de gestión inclusiva del desarrollo, que busca transformar el impacto de una gran obra en una oportunidad de progreso equitativo y sostenible.

7.5.6. Aportes al desarrollo sustentable

El Proyecto PYO2 constituye una iniciativa emblemática en materia de infraestructura sustentable, al integrar de manera coherente las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.

Dimensión económica

El proyecto adopta un esquema de Alianza Público-Privada (APP), garantizando la inversión privada de la obra y la sostenibilidad financiera de su mantenimiento. La modalidad de APP representa un uso eficiente del capital y una práctica de gobernanza moderna.

La gestión económica bajo esta modalidad genera un círculo virtuoso: el flujo de ingresos por servicios viales se reinvierte en mantenimiento, conservación y seguridad, promoviendo la auto sustentabilidad del sistema (a largo plazo) y evitando la degradación de la infraestructura pública.

Dimensión social

La obra tiene una clara vocación inclusiva, expresada en la generación de empleo, la integración de comunidades, la relocalización planificada de viviendas y comercios, y la mejora del acceso a servicios básicos. Estas acciones no sólo compensan posibles afectaciones, sino que promueven el ascenso social y la cohesión comunitaria, fortaleciendo el sentido de ciudadanía y pertenencia.

El proyecto impulsa, además, procesos de educación vial, capacitación laboral y sensibilización ambiental, que fomentan comportamientos responsables y contribuyen a la sostenibilidad del cambio social generado.

Dimensión ambiental

Desde su concepción, el proyecto incorpora criterios de ingeniería ambientalmente responsable. Se han previsto medidas de prevención, mitigación y compensación que incluyen revegetación, control de erosión, drenajes sostenibles, manejo de residuos y protección de cauces hídricos.

Asimismo, el proyecto contempla sistemas de monitoreo continuo de la calidad del aire, del agua y del suelo, así como la preservación de la vegetación nativa en zonas de influencia. Estas acciones buscan asegurar que el desarrollo vial no se traduzca en pérdida ambiental, sino en una relación equilibrada entre infraestructura y ecosistema.

En suma, la sostenibilidad del proyecto no se limita a minimizar impactos, sino que se concibe como un principio transversal de gestión, en el cual las decisiones técnicas y financieras están subordinadas al bienestar humano y al respeto por la naturaleza.

7.5.7. Conclusión

El proyecto en general (Tramos 8 al 16) representa mucho más que una intervención vial: constituye un instrumento de transformación estructural del territorio, que combina eficiencia económica, inclusión social y responsabilidad ambiental.

Su significación socioeconómica radica en que articula objetivos nacionales de desarrollo con necesidades locales concretas, traducándose en beneficios tangibles para miles de personas y en una mejora sustantiva de la competitividad

nacional.

Más allá de los indicadores económicos, el proyecto expresa una visión de desarrollo territorial alineado a las políticas nacionales vigentes⁶, en la que la infraestructura se convierte en un catalizador de inclusión social, competitividad y respeto ambiental. Su articulación con otras obras estratégicas —como el Tren de Cercanías Asunción–Ypacaraí— refuerza su papel como parte de un sistema integrado de movilidad, que apunta a transformar estructuralmente el eje Central–Cordillera.

Al integrar las tres dimensiones de la sostenibilidad, el proyecto se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo 2050, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y con los principios de la política ambiental nacional. Por su escala, coherencia y proyección de beneficios, puede ser calificado como un proyecto de interés nacional prioritario, en tanto contribuye al desarrollo equilibrado del país y refuerza la confianza en la cooperación entre el Estado y el sector privado. En definitiva, el Proyecto PY02 se erige como una expresión concreta de desarrollo sustentable en acción: una ruta que no sólo conecta ciudades, sino que integra comunidades, impulsa la economía y fortalece la relación del Paraguay con su propio territorio.

⁶ Véase vinculación del proyecto con políticas y estrategias públicas (nacionales, departamentales y municipales) y con la agenda 2030.

8. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de impacto ambiental del proyecto se realizó a través de dos tipos de valoraciones:

- Evaluación de Impacto Ambiental (EVIA), a través del método de Matriz de Leopold modificada; y
- Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA), a través del método matricial de Páez-Zamora (2023).

La primera valoración arrojó los siguientes resultados:

8.1. Evaluación de Impacto Ambiental (EVIA)

Esta valoración permitió identificar la distribución y la relevancia de los posibles impactos ambientales y sociales generados por las distintas actividades del proyecto desde dos perspectivas: por factor ambiental y por actividad del proyecto.

8.1.1.1. Análisis por factor ambiental

Factores con mayores afectaciones negativas totales

Los factores más impactados negativamente son:

- **Salud, higiene y seguridad ocupacional y de terceros:** Es el componente más sensible debido al conjunto de actividades de la etapa constructiva (movilización, uso de maquinaria, excavaciones, alturas, circulación de vehículos pesados). Es consistente con proyectos viales de gran escala.
- **Condiciones de confort sensorial (ruido, vibraciones, visuales, etc.):** La fase de construcción introduce ruidos, polvo, vibraciones, iluminación nocturna y alteraciones visuales, lo que explica la alta afectación negativa.
- **Compatibilidad con servicios públicos presentes y futuros:** Las interferencias con redes existentes (agua, cloacas, electricidad, fibra óptica) durante obras lineales suelen generar afectaciones temporales pero relevantes.
- **Calidad del aire:** Asociada principalmente a material particulado, emisiones de maquinaria y tránsito de camiones durante el movimiento de suelos, transporte de materiales y actividades de montaje.
- **Movimiento hidrosedimentológico y calidad del agua:** Aunque los impactos son moderados, destacan durante la extracción de materiales y movimientos de suelos.

En resumen, los factores más sensibles pertenecen a los componentes sociales (salud y bienestar) y ambientales atmosféricos (aire, ruido).

Factores con afectaciones totales bajas o nulas

- Servicios ecosistémicos.
- Economía.
- Hábitats terrestres.
- Patrimonio cultural.

El proyecto no presenta impactos críticos en biodiversidad ni en patrimonio, y genera un beneficio económico neto, usualmente vinculado a mejoras de conectividad, empleo y dinamización local.

8.1.1.2. Análisis por actividad del proyecto

Actividades con mayor impacto negativo total

Los valores más negativos son:

- **Retiro de cobertura vegetal:** Altamente relevante por su efecto directo en suelos, aire (polvo), confort sensorial, y potencial afectación de hábitats.
- **Explotación de fuentes de materiales:** Impactos por extracción de áridos, emisiones, ruidos, transporte y remoción de suelo.
- **Movimiento de suelo:** Se trata de un núcleo crítico: remoción, excavación, perfilado y rellenos afectan presión de maquinaria, polvo, vibración y drenajes.
- **Construcción de obras de arte:** Involucra maquinaria pesada, excavaciones y hormigonado, incidiendo en calidad del aire, confort sensorial y seguridad.
- **Construcción del viaducto elevado:** Actividad de alto impacto por logística, altura, vibración y tráfico de materiales.

En términos generales, las actividades altamente mecánicas y de transformación física del terreno concentran los impactos más significativos.

Actividades con impacto moderado

- Demolición y desmantelamiento.
- Montaje y operación de infraestructura asociada.
- Extendido y compactación de capas estructurales.
- Extendido de capa de rodadura.

Actividades con impacto positivo neto

- Operación y mantenimiento del proyecto. Responde a beneficios de conectividad, reducción de tiempos de viaje, eficiencia logística y dinamización

económica. Este resultado es habitual y consistente con proyectos viales estratégicos.

- Economía muestra un impacto positivo neto.

8.1.1.3. Conclusiones generales del análisis

Se evidencia que el proyecto genera impactos negativos significativos, aunque técnicamente manejables, durante la fase de construcción. Los componentes más afectados corresponden a salud y seguridad ocupacional y de terceros, calidad del aire, y condiciones de confort sensorial (ruido, vibraciones e interferencias visuales). La potencial interacción indirecta con el patrimonio cultural presenta baja magnitud, pero adquiere alta importancia debido a la sensibilidad del contexto sociocultural local, por lo que debe ser considerada como un impacto de atención prioritaria.

Los impactos ambientales de carácter ecológico —especialmente aquellos relacionados con hábitats terrestres, biodiversidad y servicios ecosistémicos— se sitúan en valores bajos o moderados, lo que indica la ausencia de afectaciones críticas permanentes sobre estos componentes. Las alteraciones identificadas se concentran principalmente en etapas tempranas de la obra y muestran alta reversibilidad bajo una adecuada gestión ambiental.

En contraste, la etapa de operación presenta un balance neto positivo, con beneficios asociados a la dinamización económica, la mejora en la conectividad, la reducción de tiempos de desplazamiento y la eficiencia en la movilidad regional. Las actividades constructivas con mayor aporte a los impactos negativos corresponden a la extracción de materiales, movimiento de suelos, retiro de cobertura vegetal, preparación del terreno y montaje de estructuras, todas ellas altamente intensivas en uso de maquinaria pesada y generadoras de emisiones, ruidos y riesgos operativos.

En términos globales, la matriz caracteriza un escenario típico de proyectos de infraestructura vial, con impactos predominantemente concentrados en la fase constructiva. Este perfil demanda la implementación de medidas de mitigación robustas y específicas, particularmente orientadas al control de material particulado, gestión del ruido y las vibraciones, fortalecimiento de la seguridad ocupacional, manejo de interferencias con servicios públicos y respuesta oportuna a quejas y reclamos de la población.

8.2. Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA)

En la figura de abajo puede observarse cómo, cuando se analizan juntos varios proyectos que ya existen, que están en marcha o que podrían hacerse en el futuro, sus efectos se van sumando y generan un impacto total sobre el ambiente.

Cada uno de ellos aporta un efecto distinto: algunos empeoran la situación ambiental (impactos negativos) y otros mejoran un poco (impactos positivos). Al ponerlos todos juntos y sumar sus efectos, el resultado final muestra que el impacto total acumulado equivale aproximadamente al 58% del impacto que genera por sí solo el presente proyecto.

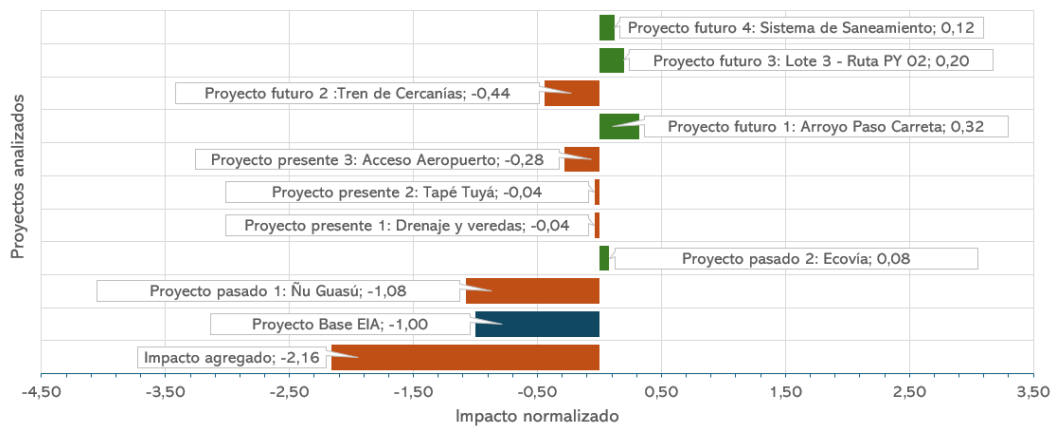


Figura N° 38. Impacto acumulativo respecto del impacto producido por el proyecto base.

Además, en el siguiente gráfico se muestra cómo ese impacto total se va “acumulando” a lo largo del tiempo. Al principio, el impacto total es más fuerte por los proyectos del pasado. Con el correr de los años, algunos proyectos futuros mejoran un poco la curva, pero igual el efecto combinado sigue siendo negativo, aunque de menor intensidad que al inicio.

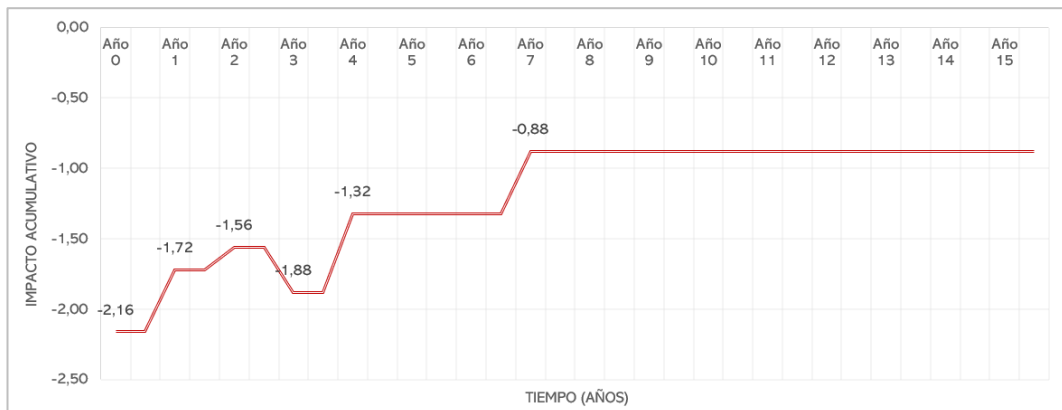


Figura N° 39. Variación del impacto acumulativo normalizado a lo largo del periodo de análisis.

No obstante, es de destacar que la importancia de los impactos, de manera recurrente, surge en parte por el ajuste por sensibilidad socioambiental aplicado en la valoración, mediante el cual la importancia final asignada puede incrementarse más allá de la magnitud biofísica real del impacto. Este fenómeno, entendido como una modulación social de la importancia del impacto, se presenta cuando factores contextuales elevan la percepción pública del riesgo o del efecto potencial, aun tratándose de impactos técnicamente clasificados

como de baja magnitud.

En particular, cuando los impactos previstos sobre los factores son intrínsecamente reducidos desde el punto de vista técnico, la ponderación final puede aumentar al incorporarse variables del contexto social del área de influencia. La limitada disponibilidad de información, la presencia de percepciones divergentes respecto del alcance del proyecto y la generación de expectativas no siempre fundamentadas contribuyen a incrementar la sensibilidad social y, por consecuencia, la importancia asignada al impacto.

Asimismo, la dinámica sociopolítica local —especialmente en períodos próximos a procesos electorales— puede propiciar la participación activa de determinados actores interesados en obtener visibilidad pública a través de su involucramiento en discusiones asociadas al proyecto. Estas intervenciones, aunque externas al análisis técnico, pueden incidir en la configuración de la percepción social, desplazando o diluyendo la consideración de las percepciones prioritarias de la ciudadanía directamente afectada.

En conjunto, estas condiciones tienden a amplificar la relevancia social percibida de los impactos identificados, incluso cuando su magnitud técnica es baja, justificando así la necesidad de integrar el análisis socioambiental en la valoración final.

Un ejemplo ilustrativo de este fenómeno podría ser la remoción puntual de individuos del arbolado urbano. Se trata de una actividad que, siempre que cumpla los requisitos establecidos por las municipalidades y contemple las medidas de compensación correspondientes, se encuentra plenamente autorizada. Desde el punto de vista técnico, los impactos generados son de baja magnitud y reversibles, especialmente cuando se aplica la reposición obligatoria —por ejemplo, la plantación de diez nuevos ejemplares por cada árbol retirado—, lo que garantiza la recuperación del arbolado en el mediano plazo. No obstante, esta intervención suele ser percibida socialmente como un evento de alto impacto ambiental o incluso un “desastre ecológico”, aun cuando la evidencia técnica demuestra que no lo es. Esta diferencia entre la valoración técnica y la percepción pública ejemplifica cómo la sensibilidad social puede amplificar la importancia atribuida a impactos que, en términos estrictamente biofísicos, son limitados y manejables.

Régimen de flujo de las masas de agua y dinámica de los sedimentos

El proyecto se desarrollará sobre tramos previamente intervenidos, donde la infraestructura de drenaje superficial ya se encuentra instalada y operativa. Tanto en la franja vial como en la franja ferroviaria, los sistemas existentes fueron diseñados para captar, conducir y evacuar los escurrimientos, garantizando la continuidad del régimen hidráulico local.

Las obras previstas no introducen nuevas estructuras de modificación sustantiva del drenaje, sino que se concentran en el mantenimiento, adecuación y mejora funcional de los dispositivos existentes. En consecuencia, la capacidad de conducción, los patrones de escurrimiento y la conectividad hidráulica no experimentarán alteraciones relevantes.

En cuanto a la dinámica de sedimentos, durante la fase constructiva pueden observarse incrementos puntuales y temporales de arrastre y remoción de partículas debido a movimientos de suelo y tránsito de maquinarias. No obstante, se trata de procesos de corta duración, espacialmente restringidos, reversibles y manejables mediante la aplicación de medidas de protección de suelos, control de erosión y manejo de escorrentías.

Por estas razones, la afectación prevista sobre este VEC se clasifica como de baja magnitud e importancia baja, debido a que la intervención no modifica sistemas naturales sensibles ni genera cambios perceptibles en el comportamiento hidrosedimentológico del entorno.

No obstante, y en atención al contexto social previamente descrito, no se excluye que la importancia percibida del impacto pueda verse notablemente incrementada debido a la alta sensibilidad social vinculada a las intervenciones relacionadas con régimen hidrológico.

Calidad del agua y de los sedimentos

El área de intervención del proyecto se encuentra dentro de un entorno urbano con sistemas de drenaje consolidados y sin cuerpos de agua superficiales vulnerables directamente expuestos a la actividad constructiva. En este escenario, los posibles impactos sobre la calidad del agua y de los sedimentos se limitan principalmente a eventos típicos de obra, como incrementos breves de turbidez o lavado de partículas finas durante lluvias intensas.

Estos efectos, cuando ocurren, son localizados, temporales y plenamente controlables mediante la implementación de buenas prácticas de manejo ambiental: estabilización de suelos, control de sedimentos en accesos, mantenimiento de cunetas y dispositivos de retención y adecuada gestión de residuos y efluentes de obra.

Debido a la ausencia de cursos de agua sensibles en el área inmediata, la presencia de infraestructura de drenaje ya establecida y la eficacia de las medidas preventivas aplicables, la afectación sobre la calidad del agua y de los sedimentos presenta baja magnitud. Al no visualizarse riesgos significativos ni acumulativos, la importancia del impacto también se clasifica como baja.

No obstante, y conforme al contexto social previamente expuesto, no se descarta que la importancia percibida del impacto pueda incrementarse de manera significativa debido a la sensibilidad social asociada a las intervenciones vinculadas al recurso hídrico.

Calidad del aire

En cuanto a la calidad del aire, no se prevén cambios adversos atribuibles a la operación de la obra, dado que la infraestructura proyectada no constituye una fuente emisora directa de contaminantes atmosféricos. Su influencia se limita a la modificación de las condiciones de movilidad del flujo vehicular existente.

La literatura técnica indica que la solución vial propuesta optimiza las condiciones de tránsito, reduciendo tiempos de desplazamiento, minimizando episodios de congestión y favoreciendo una circulación más continua y estable. Estos factores contribuyen a disminuir el consumo específico de combustible por unidad-vehículo y, por ende, a reducir las emisiones de contaminantes como CO₂, NO_x, CO y material particulado.

Modelos comparativos en proyectos similares evidencian que la implementación de viaductos para descongestionar puede reducir hasta un 30% las emisiones de CO₂, principalmente debido a la disminución de ciclos de frenado-aceleración y tiempos de ralentí. Estos resultados constituyen un parámetro orientativo aplicable al presente proyecto.

Como resultado, los impactos residuales sobre la calidad del aire se consideran de baja magnitud y técnicamente no significativos, debido a que la infraestructura propuesta tiende a mejorar las condiciones ambientales existentes.

Sin embargo, la importancia del impacto se califica como alta, dado que en el contexto social del área de influencia la percepción pública frente a cualquier intervención vial suele ser sensible, y la preocupación por la calidad ambiental genera una elevada expectativa y atención ciudadana.

Por último, el valor definitivo del impacto será verificado mediante campañas de monitoreo ambiental post-operacionales que compararán las concentraciones de contaminantes respecto a la línea base, asegurando la validación empírica del desempeño ambiental del proyecto.

Hábitats terrestres o componentes de la biodiversidad que puedan ser sensibles debido a su ubicación o disponibilidad

El proyecto contempla la remoción puntual de individuos del arbolado urbano, lo que implica una afectación directa sobre componentes de la biodiversidad presentes en el área de intervención. Aunque se trata de especies comunes y

ampliamente distribuidas, la intervención posee una magnitud media debido a la naturaleza irreversible de la tala, aun cuando se implementen acciones compensatorias mediante la plantación de nuevos ejemplares.

La afectación está espacialmente acotada a la franja de obra y no compromete hábitats naturales ni fragmentos de vegetación nativa de valor ecológico singular. Sin embargo, el arbolado urbano tiene una función socioambiental reconocida (sombra, estética, confort, regulación microclimática), lo que incrementa la sensibilidad social ante su remoción.

Por ello, aunque técnicamente se trata de un impacto manejable mediante compensaciones y reposición, su importancia es alta, dado que la percepción social de pérdida de cobertura verde tiende a magnificar el valor atribuido a este componente.

Servicios ecosistémicos (sitios de provisión, regulación y mantenimiento, soporte, culturales)

El análisis se centra en los servicios ecosistémicos culturales asociados a la Estación de Tren de Luque, un espacio que la comunidad ha resignificado como centro cultural y de encuentro social tras su puesta en valor. El proyecto podría generar interacciones indirectas vinculados a restricciones temporales de acceso, percepciones de afectación a la integridad del sitio o cambios en las dinámicas de uso durante la construcción. Estos impactos poseen una magnitud media, ya que no existe afectación física directa ni pérdida funcional permanente del espacio.

Sin embargo, el valor simbólico, identitario y cultural atribuido por la comunidad hace que este factor posea una alta sensibilidad social. En este contexto, la importancia del impacto se clasifica como alta, dado que la percepción comunitaria ante cualquier intervención cercana a un espacio cultural recuperado tiende a ser especialmente crítica.

Compatibilidad con servicios públicos presentes y futuros

El proyecto genera un impacto positivo de alta magnitud al liberar la franja de dominio ferroviario actualmente ocupada, habilitando su disponibilidad para la futura implementación del Tren de Cercanías. Esta adecuación contribuye directamente a la compatibilidad entre infraestructuras existentes y planificadas, y fortalece la coordinación interinstitucional en materia de movilidad metropolitana.

La intervención mejora la funcionalidad del espacio público, reduce interferencias entre sistemas de transporte y facilita la ejecución de proyectos estratégicos futuros. Dado que se trata de un beneficio de amplio alcance urbano y

metropolitano, su importancia se clasifica como alta.

Patrimonio o valores culturales y espirituales intangibles

La Estación de Tren de Luque constituye un bien cultural con valor histórico y simbólico para la comunidad local. Si bien el Proyecto Base no afectará de manera directa este patrimonio —pues el viaducto se emplazará en un nivel superior y adyacente, sin intervención sobre la estructura— puede generar impactos perceptuales relacionados con cambios en el entorno, ruidos temporales, restricciones de tránsito y presencia de maquinaria.

Estos efectos poseen una magnitud media, ya que no comprometen la integridad física del bien, pero pueden influir en la experiencia cultural asociada al sitio. Dada la alta sensibilidad comunitaria vinculada a bienes identitarios y espacios con valor colectivo, la importancia del impacto se considera alta.

Salud, higiene y seguridad ocupacional y de terceros

El proyecto se desarrollará en un entorno altamente urbanizado, con intensa circulación de peatones, transporte público y vehículos particulares. En estas condiciones, los riesgos asociados a la seguridad de trabajadores y terceros son relevantes e incluyen accidentes laborales, interferencias con el tránsito, caídas de objetos y exposición a ruidos o vibraciones.

La magnitud del impacto se clasifica como alta, dado que los riesgos son potencialmente graves si no se gestionan adecuadamente. Asimismo, la importancia es también alta, debido a la alta sensibilidad social respecto de incidentes en áreas densamente pobladas y a la necesidad de garantizar estándares estrictos de seguridad durante toda la obra.

Bienes materiales de terceros

La construcción del viaducto se ejecutará en sectores donde existen viviendas y edificaciones muy próximas a la franja de obra. En este contexto, se identifican riesgos relacionados con fisuras, vibraciones, asentamientos diferenciales y daños menores en estructuras colindantes. Aunque estos impactos son técnicamente de baja magnitud, ya que pueden ser prevenidos y gestionados mediante monitoreo, medidas de control y protocolos de reclamo y reparación, la percepción social de riesgo es elevada.

Por ello, la importancia del impacto se considera alta, dado el valor económico y afectivo de los bienes privados y la preocupación comunitaria ante posibles afectaciones.

Condiciones de confort sensorial (visual, lumínica, acústica y vibratoria) percibidas por la población

Durante la fase constructiva se producirán molestias típicas de obra, incluyendo aumentos temporales de ruido, vibraciones, obstrucciones visuales, iluminación nocturna y acumulación momentánea de materiales. Estos efectos, aunque temporales y reversibles, poseen una magnitud media, especialmente en áreas residenciales donde la tolerancia a molestias ambientales es baja.

La importancia del impacto se clasifica como alta, debido a la sensibilidad de la población ante cambios en su calidad de vida cotidiana y la rápida amplificación de estas percepciones a través de redes sociales y canales comunitarios.

Economía

El proyecto genera impactos económicos positivos asociados a la creación de empleo directo e indirecto, mejoras en la conectividad productiva mediante reducciones en tiempos de traslado y potenciales incrementos en el valor del suelo circundante. Estos efectos poseen una magnitud media, ya que su alcance es significativo, pero no estructural a escala regional.

La importancia se clasifica como media, en tanto los beneficios son relevantes, pero se distribuyen de manera gradual y dependen de dinámicas complementarias de mercado y movilidad urbana.

9. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL

El Plan de Gestión Ambiental y Social es la guía que define el comportamiento socioambiental de una obra, un instrumento rector que orienta su ejecución hacia la viabilidad ambiental y social. En esencia, el cumplimiento efectivo de este plan garantiza que las actividades proyectadas se desarrollen en armonía con el entorno natural y social, asegurando la prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos negativos.

Tal como señala Espinoza (2002), el Plan de Gestión Ambiental se erige como la base normativa y técnica que establece los estándares de desempeño ambiental exigidos para un proyecto, en tanto las medidas y acciones contenidas en él son las que, en definitiva, posibilitan la viabilidad de la intervención humana desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental.

Respecto al presente Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) elaborado especialmente para el presente lote, cabe señalar que su formulación se realizó conforme a los lineamientos establecidos en el Estudio de Impacto Ambiental Acumulativo (EIA Marco o Madre), el cual definió los requerimientos mínimos para la gestión adecuada de los impactos ambientales, sociales y culturales asociados al proyecto. Dichos lineamientos incorporan los aportes derivados del proceso de Audiencia Pública y de participación ciudadana (publicación del RIMA), así como las recomendaciones técnicas emitidas por el MADES.

Este Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) es específico y exclusivo para el lote en cuestión, dado que responde de manera particular a las características y condiciones propias de su área de influencia, atendiendo los impactos identificados de forma puntual y diferenciada. En consecuencia, se estructura de manera integral para cubrir la totalidad de los impactos inherentes a este lote, disponiendo además de un conjunto de instrumentos de gestión orientados a garantizar su implementación efectiva.

Adicionalmente, incorpora mecanismos de mejora continua, control adaptativo y revisión periódica, que permiten la detección oportuna y el tratamiento adecuado de impactos no previstos o inicialmente subdimensionados. Este enfoque asegura una gestión dinámica y robusta, capaz de responder con eficacia a las condiciones específicas del entorno y a los desafíos operativos que pudieran surgir durante la ejecución del proyecto en este lote.

9.1. Generalidades sobre el PGAS

9.1.1. Responsabilidades

El MOPC es el responsable de la obra y de la ejecución de su correspondiente PGAS, según el Artículo 9° del Decreto N° 453/2013 donde se establece que: *“... Por su parte, el responsable de la obra o actividad y el consultor serán responsables de la implementación de la obra o actividad y de su adecuación estricta a las normas, reglamentos y resoluciones ambientales vigentes y relacionadas...”*.

Para ello el MOPC, a través del #2.2.1 de las ETAG exige a la Concesionaria la conformación de un Equipo de Gestión Socioambiental para que, entre otras funciones:

- Posibilite el manejo adecuado e integral de los aspectos ambientales y sociales.
- Favorezca la ejecución con el mínimo de impactos para la comunidad y el ambiente.
- Restablezca, dentro de lo posible, las condiciones iniciales del entorno en el menor tiempo.
- Las actividades se lleven a cabo de acuerdo a los plazos y cronograma de obra previstos.

9.1.2. Equipo de Gestión Socioambiental

La Concesionaria asumirá la responsabilidad de conformar el Equipo de Gestión Socioambiental que se conformará de un grupo multidisciplinario clave para asegurar el cumplimiento de las normativas socioambientales durante el diseño, ejecución y operación del proyecto en general (incluyendo todos lotes). Este equipo será integrado mínimamente por los siguientes profesionales a tiempo completo y que deberán contar con experiencia y formación especializada que garantice una gestión eficiente y responsable.

Cuadro N° 27. Equipo de Gestión Socioambiental del proyecto

#	Profesional	Perfil profesional
1	Especialista Ambiental	El Especialista deberá ser Ingeniero Civil, Ingeniero Ambiental, Ingeniero Sanitario; con especializaciones y maestrías en temas ambientales y deberá contar con experiencia en elaboración de Estudios de Impacto Ambiental y Social de al menos cinco (5) Proyectos de obras viales similares y para la firma del contrato deberá contar con registro vigente en el Catastro Técnico de Consultores Ambientales (CTCA) emitido por el MADES o en su defecto, documentación que avale el trámite del mismo. La actuación del Especialista Ambiental será exclusiva de la fase constructiva del Proyecto.
2	Especialista Social	El Especialista deberá ser Sociólogo, Trabajador Social u otro afín; y contar con experiencia de al menos cinco (5) proyectos en los que haya realizado identificación y evaluación de impactos sociales generados por obras viales similares. La actuación del Especialista Social será exclusiva de la fase constructiva del Proyecto.
3	Especialista en Pueblos Indígenas	Dentro del mismo equipo se debería incluir un especialista en temática indígena con experiencia demostrable en obras similares y con las respectivas credenciales dadas por el organismo competente. El mismo podrá ser contratado a demanda, para cuando el tema específico sea presentado. La actuación del Especialista en Pueblos Indígenas será exclusiva de la fase constructiva del Proyecto.
4	Personal Técnico en Salud y Seguridad Ocupacional	Ser Ingeniero Civil, Ingeniero Ambiental, Ingeniero Industrial, con formación específica en Salud Ocupacional y Seguridad Industrial y experiencia mínima demostrable de cinco (5) en obras viales similares. Deberá conocer exhaustivamente y aplicar mínimamente el Decreto N° 14.390/1992 Reglamento General Técnico de Seguridad, Higiene y Medicina en el Trabajo. Para la firma del contrato el Técnico deberá contar con Registro de al menos una categoría B del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social o, en su defecto, documentación que avale el trámite del mismo
5	Responsable Ambiental y Social	El Responsable Ambiental y Social será el encargado de velar por el cumplimiento de la implementación del Plan de Gestión Ambiental y Social y de las Especificaciones Técnicas Ambientales Generales, para las diferentes fases (construcción, operación y mantenimiento) del Proyecto. El responsable Ambiental y Social podrá ser el mismo que elabora el Estudio de Impacto Ambiental o en su defecto, deberá cumplir con el perfil propuesto para el Especialista Ambiental. El Responsable Ambiental y Social deberá tener actuación tanto en la fase constructiva como operativa y de mantenimiento del Proyecto.

#	Profesional	Perfil profesional
6	Técnicos Ambientales de Campo	Deberán ser Ingeniero Civil, Ingeniero Ambiental, Ingeniero Sanitario; con especializaciones en temas ambientales y deberán contar con una experiencia de al menos dos (2) en Proyectos de obras viales similares, que deberán auxiliar al Especialista Ambiental. La actuación de estos técnicos será exclusiva de la fase constructiva del Proyecto.
7	Equipo Técnico Social de Campo	El equipo deberá estar integrado por Sociólogos, Trabajadores Sociales u otro afín; y contar con experiencia de al menos dos (2) Proyectos de obras viales similares. Deberán auxiliar al Especialista Social y al Especialista en Pueblos Indígenas. La actuación de estos técnicos será exclusiva de la fase constructiva del Proyecto.
8	Equipo Técnico en Salud y Seguridad Ocupacional	Este equipo deberá conformarse especializados en Salud y Seguridad Ocupacional con experiencia de al menos 3 años en Proyectos similares, además serán necesarios, específicamente para la fase constructiva, médicos especializados en medicina laboral, y a su vez, deberán auxiliarse con apoyo de los técnicos ambientales y enfermeros laborales. La actuación de estos técnicos será exclusiva de la fase constructiva del Proyecto.

Este Equipo de Gestión contará con el apoyo técnico y especializado de otros profesionales que serán incorporados según la naturaleza y los requerimientos específicos de cada actividad o fase del proyecto. Entre ellos se incluyen arqueólogos, ingenieros forestales, biólogos, hidrólogos y otros especialistas afines que aportarán sus conocimientos de manera complementaria, coordinada y en régimen de participación parcial, asegurando así un enfoque interdisciplinario e integral en la implementación de las acciones de gestión socioambiental.

9.1.3. Niveles de control de la gestión socioambiental

Las funciones del Equipo de Gestión Socioambiental estarán sujetas a un proceso continuo de verificación por parte de la Fiscalización Socioambiental de Obras (si la hubiera) o, en su defecto, por la Supervisión Socioambiental de la DGSA del MOPC. Cualquiera de estas instancias actuará de manera independiente e imparcial, con la responsabilidad de verificar el cumplimiento y la eficacia de la gestión socioambiental implementada por la Concesionaria.

La presencia de estos niveles superiores de control asegura que las medidas de gestión aplicadas por la Concesionaria se ejecuten conforme a las exigencias técnicas, normativas y de sostenibilidad, contribuyendo así al desempeño socioambiental adecuado de la obra.

A los efectos de este documento, toda mención a la Fiscalización Socioambiental de Obras se entenderá referida indistintamente a dicha instancia (cuando exista) o a la Supervisión Socioambiental de la DGSA del MOPC.

9.2. Conformación del PGAS

En este Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS), las medidas de gestión son agrupadas en planes, programas o sub-programas que atienden los aspectos socioambientales afines más relevantes de este lote y se estructura de la siguiente manera:

9.2.1. Programa de Mitigación de Impactos Directos

Entre otros, incluye medidas de gestión socioambiental establecidas en las ETAG del MOPC aprobadas por Resolución MOPC N° 731/2023 *“Por la cual se aprueba la «Actualización de las Especificaciones Técnicas Ambientales Generales para Obras Viales (ETAG) del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones»*”, de fecha 02/05/2023. Este programa se compone de un Plan de Manejo Socioambiental (PMSA) y los siguientes sub-programas.

Cuadro N° 28. Conformación de los Programa de Mitigación de Impactos Directos

#	Plan / Sub-programa	Objetivo
1	Plan de Manejo Socioambiental (PMSA)– Etapa de Construcción	<p>Contar con un instrumento de gestión de impactos directos a través de implementación de las directrices y requerimientos establecidos en las Especificaciones Técnicas Ambientales Generales (ETAG) del MOPC, asegurando su integración a la planificación general del proyecto. Este instrumento se compone de la siguiente manera:</p> <p>Componente A – Sistema de Gestión Socio Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa A1 – Estructura de Sistema de Gestión Socio Ambiental Programa A2 – Plan de Implementación del PMSA (o PASA). <p>Componente B – Programa de Gestión Social</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa B1 – Información a la comunidad Programa B2 – Difusión (Comunicación y Consulta) Programa B3 – Restitución de Bienes Afectados Programa B4 – Atención de Reclamos y Participación Ciudadana Programa B5 – Vinculación de mano de obra local Programa B6 – Capacitación del Personal de La Obra Programa B7 – Protocolo de Actuación en Arqueología Preventiva <p>Componente C – Manejo de la Biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa C1 – Afectación de Árboles Programa C2 – Compensación Forestal Programa C3 – Manejo de Árboles no afectados por la Obra Programa C4 – Manejo de Fauna <p>Componente D – Gestión Ambiental en las Actividades de la Construcción</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa D1 – Manejo de Demoliciones, Escombros y Excedentes de Construcción; Almacenamiento Manejo de materiales de Construcción Programa D2 – Manejo de Campamentos e Instalaciones Temporales Programa D3 – Manejo de Maquinaria, Equipos y Transporte Programa D4 – Manejo de Residuos Líquidos, Combustibles, Aceites y Sustancias Químicas Programa D5 – Manejo del Aseo de la Obra Programa D6 – Manejo de Aguas Superficiales Programa D7 – Control de Emisiones Atmosféricas y Ruido Programa D8 – Manejo de Redes de Servicio Público <p>Componente E – Seguridad Industrial y Salud Ocupacional</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa E1 – Seguridad Industrial y Salud Ocupacional; Programa E2 – Plan de Contingencia Programa E3 – Preparación Y Respuesta Ante Emergencias <p>Componente F – Señalización y Manejo del Tránsito</p>
2	Sub-programa de Adecuación a la Ley N° 294/1993 "De Evaluación de Impacto Ambiental" de Actividades Asociadas	Adecuar a todos los proyectos asociados al proyecto como Canteras, Campamentos, Plantas Industriales y Áreas de Préstamos que requieran licenciamiento a través de la ley marco.
3	Sub-programa de Recuperación Ambiental de Áreas de Préstamos	Adecuar a las áreas de préstamo en etapa de cierre de acuerdo a las ETAG MOPC 2023, de manera evitar los impactos y riesgos socioambientales.

#	Plan / Sub-programa	Objetivo
4	Sub-programa de Reasentamiento	Mitigar los impactos sociales y económicos derivados del proyecto, asegurando que las personas afectadas por el mismo reciban una compensación justa, apoyo adecuado y la posibilidad de restablecer o mejorar sus condiciones de vida y medios de subsistencia.
5	Sub-programa de Liberación de Franja de Dominio	Garantizar la liberación oportuna y ordenada de la franja de dominio requerida para la ejecución de las obras, asegurando que el proceso se realice de manera transparente, participativa y conforme a la normativa vigente, sin afectar la seguridad de las personas ni vulnerar sus derechos sociales, económicos o patrimoniales.
6	Sub-programa de los Manejos de Riesgo de Género	Establecer e implementar un marco integral de gestión para prevenir y sancionar la violencia basada en género, garantizar condiciones laborales seguras e inclusivas para las trabajadoras y promover la participación y el acceso equitativo de las mujeres a las oportunidades económicas generadas por el proyecto.
7	Sub-programa de Actualización del Mapa de Actores y del Plan de Participación de Partes Interesadas	Mantener actualizados el Mapa de Actores, la Matriz de Riesgo Social y el Plan de Participación de Partes Interesadas (PPPI) durante la etapa constructiva, incorporando cambios territoriales, institucionales, sociales y de percepción comunitaria; garantizando así la vigencia, pertinencia y eficacia de las estrategias de relacionamiento social, comunicación y participación ciudadana establecidas para el proyecto vial.

9.2.2. Programa de Mitigación de Impacto Indirectos

Los Programas de Mitigación de Impactos Indirectos del PGAS de este lote incluye los siguientes sub-programas.

Cuadro N° 29. Conformación de los sub-programas del Programa de Mitigación de Impactos Indirectos

#	Sub-programas	Objetivo
1	Sub-programa de Educación Vial para Instituciones Educativas.	Promover la educación vial y la conciencia ciudadana en niños, niñas y adolescentes de las instituciones educativas ubicadas en el área de influencia del proyecto, a fin de promover una movilidad segura y el respeto de las normas de tránsito durante la ejecución y operación de las obras.
2	Sub-programa de Adquisición de Certificados de Servicios Ambientales.	Cumplir con las disposiciones de la Ley N° 3001/2006 “De Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales”, el “Decreto N° 11.202/2013 y la Resolución MADES N° 81/2019, mediante la adquisición de Certificados de Servicios Ambientales que permitan compensar los impactos residuales generados por las actividades de alto impacto ambiental del proyecto.
3	Sub-programa de Mitigación de Posibles Afectaciones a Infraestructuras y Seguridad de Terceros en Zona del Viaducto Elevado.	Implementar medidas preventivas, correctivas y de control para evitar daños a infraestructuras existentes y garantizar la seguridad de terceros (peatones, vecinos, comerciantes, usuarios viales y trabajadores) durante la construcción y operación del proyecto.

#	Sub-programas	Objetivo
4	Sub-programa de Gestión del Patrimonio Cultural.	Garantizar la protección, registro, conservación y manejo adecuado de los bienes patrimoniales, arqueológicos e históricos localizados en el Área de Influencia, durante la ejecución y operación de las obras del proyecto vial, conforme a la Ley N° 5621/16 "De Protección del Patrimonio Cultural".

9.2.3. Programa de Monitoreo

Los Programas de Monitoreo del PGAS de este lote incluye los siguientes sub-programas.

Cuadro N° 30. Conformación de los sub-programas del Programa de Monitoreo

#	Sub-programas	Objetivo
1	Sub-programa de Monitoreo del Plan de Gestión Ambiental y Social.	Verificar de manera sistemática la correcta implementación del Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS), detectando oportunamente desviaciones y generando las evidencias de cumplimiento necesarias para sustentar el Informe de Auditoría del PGAS ante el MADES.
2	Sub-programa de Auditoría Ambiental del Cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental y Social.	Evaluar el grado de cumplimiento del PGAS conforme a la Ley N° 294/1993 y su normativa complementaria, garantizando la continuidad de la vigencia de la Declaración de Impacto Ambiental mediante la aprobación del Informe de Auditoría por parte del MADES.
3	Sub-programa de Monitoreo Ambiental	Controlar periódicamente los parámetros de calidad ambiental durante la obra para verificar el cumplimiento de los estándares ambientales aplicables y asegurar el desempeño ambiental del proyecto.

10. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Tal como fue señalado en la descripción general del proyecto, el Lote 1 comprende dos tramos íntegramente urbanos: el Tramo 11, correspondiente a un viaducto elevado, y el Tramo 12, previsto inicialmente como calzada a nivel del terreno. Ambos tramos comparten una condición fundamental: su traza coincide de manera completa con el corredor ferroviario existente —perteneciente a FEPASA y actualmente en desuso— y con la franja de dominio de la Avenida General Aquino, que se encuentra en operación.

Esta coincidencia no es circunstancial. El diseño del proyecto busca recuperar y liberar la franja de dominio del ferrocarril, actualmente ocupada o interferida, con el objetivo de que en una fase posterior pueda reactivarse el tren de cercanías utilizando su traza original. En consecuencia, la localización de la obra se encuentra condicionada por la necesidad de respetar la alineación ferroviaria existente, sus radios de curvatura, restricciones de seguridad y demás parámetros técnicos asociados a su futura rehabilitación. Por este motivo, el proyecto no contempla alternativas de ubicación que impliquen el desplazamiento del eje vial fuera del corredor ferroviario.

Sin embargo, aun cuando el trazado no admite variantes espaciales, sí es posible analizar alternativas tecnológicas o tipológicas de construcción, orientadas a determinar cuál solución se ajusta mejor a los objetivos del proyecto, a sus limitaciones presupuestarias y de plazo, y a la preservación del patrimonio ferroviario existente. En este contexto, se consideran principalmente las siguientes opciones: túnel, viaducto elevado y calzada a nivel del terreno, cuyas características, ventajas y limitaciones se examinan en los apartados siguientes.

10.1. Metodología de análisis de alternativas

Para la evaluación de alternativas constructivas aplicables al Lote 1 del proyecto, se adoptó una metodología sistemática que permite comparar, de manera objetiva, las distintas opciones tecnológicas disponibles dentro de la franja de dominio ferroviaria y vial existente. El proceso de análisis se estructuró en las siguientes etapas:

10.1.1. Determinación del marco de restricciones

Se identificaron las restricciones físicas, técnicas, normativas, operativas y patrimoniales que condicionan el diseño. Entre ellas se destacan:

- La necesidad de preservar íntegramente la franja de dominio del ferrocarril, asegurando que toda intervención vial sea compatible con la futura reactivación del tren de cercanías. Esto incluye el respeto de los radios de

curvas, gálibos, sobreechornos, zonas de seguridad y otros criterios geométricos y operacionales establecidos para la infraestructura ferroviaria.

- La preservación del patrimonio ferroviario y de la estación histórica.
- Las interferencias existentes con la avenida en operación.
- Los límites presupuestarios y de plazo establecidos por el proyecto.

Estas restricciones permitieron descartar desde el inicio cualquier alternativa que requiera modificar la traza o comprometer la funcionalidad futura del tren de cercanías.

10.1.2. Definición de alternativas tecnológicas

Debido a la imposibilidad de variar la localización del proyecto, se definieron únicamente alternativas constructivas aplicables dentro del mismo corredor:

- Túnel vial.
- Viaducto elevado.
- Calzada a nivel del terreno.

Cada alternativa fue descrita en términos de tipología estructural, requerimientos de obra, compatibilidades técnicas y potenciales interferencias con el corredor ferroviario.

10.1.3. Identificación de criterios de evaluación

Se seleccionaron criterios técnicos, ambientales, sociales, operativos y económicos relevantes para comparar las opciones. Entre los criterios considerados se incluyeron:

- Compatibilidad con el sistema ferroviario existente y futuro.
- Afectación al patrimonio cultural ferroviario.
- Viabilidad técnica y constructiva.
- Seguridad vial y operativa.
- Impacto ambiental y social asociado.
- Costos de inversión, operación y mantenimiento.
- Plazos requeridos para la ejecución.
- Riesgos de interferencia con servicios urbanos.

10.1.4. Asignación de ponderaciones

Cada criterio fue ponderado según su importancia relativa dentro del contexto del proyecto. Se otorgó un peso mayor a aquellos factores considerados críticos, tales como la compatibilidad con el ferrocarril, la preservación patrimonial y la viabilidad económico-financiera.

10.1.5. Evaluación comparativa mediante matriz multicriterio

Las alternativas fueron calificadas de acuerdo con su desempeño frente a cada criterio. Posteriormente, las calificaciones se combinan con las ponderaciones definidas, obteniendo un puntaje total que permite identificar la alternativa más conveniente.

El análisis se realizó utilizando una escala cualitativa ordinal (Muy alto / Alto / Medio / Bajo / Muy bajo) convertida posteriormente en valores numéricos para facilitar la comparación.

10.1.6. Determinación de la alternativa más favorable

A partir de la matriz multicriterio ponderada, se seleccionó la alternativa que presenta el mejor equilibrio entre viabilidad técnica, eficiencia operativa, compatibilidad ferroviaria y sostenibilidad socioambiental. La metodología privilegia la opción que minimiza afectaciones a la franja ferroviaria, reduce riesgos de interferencias y garantiza la futura reactivación del tren de cercanías.

10.2. Resultados

El viaducto elevado obtuvo la puntuación más alta (89,2% del puntaje máximo) y domina por ventaja clara sobre las otras dos alternativas, dado su equilibrio entre técnica, compatibilidad con la franja ferroviaria, seguridad y tiempos/costos.

Cuadro N° 31. Tabla multicriterio (valores, ponderaciones y cálculos)

#	Criterio (categoría)	Peso (%)	Túnel		Viaducto		Calzada	
			S (1-5)	PxS	S (1-5)	PxS	S (1-5)	PxS
1	Viabilidad constructiva (técnico)	10	2	20	4	40	4	40
2	Compatibilidad con el terreno (técnico/geotecnia)	8	2	16	4	32	3	24
3	Interferencia con servicios existentes (técnico/operacional)	6	3	18	5	30	2	12
4	Durabilidad y mantenibilidad (operacional)	7	4	28	5	35	3	21
5	Seguridad vial y ferroviaria (seguridad)	12	3	36	5	60	1	12
6	Impacto ambiental (suelo/agua/vegetación)	10	3	30	4	40	3	30
7	Impacto visual y patrimonial (ambiental / cultural)	8	2	16	4	32	1	8
8	Costos inversión inicial (económico)	12	1	12	4	48	5	60
9	Costos operación y mantenimiento (económico)	6	3	18	4	24	3	18
10	Tiempo de ejecución / riesgo de demora (programa)	8	1	8	5	40	4	32
11	Aceptabilidad social y patrimonial (social)	6	2	12	5	30	1	6
12	Resiliencia y adaptabilidad (inundaciones/clima)	7	3	21	5	35	2	14
Total		100	Túnel	235	Viaducto	446	Calzada	277

* S: Score (puntaje).

P: Peso.

10.2.1. Análisis de resultados

La alternativa del Viaducto Elevado obtuvo puntajes altos por compatibilidad con la vía férrea (libera la franja y permite la rehabilitación del tren), mínima interferencia con servicios, construcción rápida (menos incomodidad), buena mantenibilidad relativa y tiempos de ejecución razonables. También presenta alta aceptabilidad social dadas las ventajas funcionales y la preservación del patrimonio ferroviario.

En cuanto al Túnel, es técnicamente viable en ciertos contextos, pero se penalizó por alto costo, plazo extendido por lo que representa mayores incomodidades durante su construcción, complejidad geotécnica y riesgos de ejecución que exceden presupuesto y tiempo disponibles. Además, mayor impacto en subsuelo y riesgos de construcción en zonas urbanas.

La Calzada obtuvo buen puntaje en inversión inicial (más barato a primera vista) pero queda fuertemente penalizada por incompatibilidad con la franja ferroviaria y el patrimonio (entierra o desplaza vías/estación), problemas de aceptabilidad social y riesgo de impedir la rehabilitación del tren — situación que la hace inviable técnicamente frente al objetivo del proyecto.

10.2.2. Observaciones

- **Costo vs. Funcionalidad:** la calzada a nivel es inicialmente más económica, pero su incompatibilidad con la rehabilitación ferroviaria genera impactos estratégicos que lo hacen inaceptable. El túnel evita el impacto visual pero su costo y plazo lo vuelven impracticable en este proyecto.
- **Impacto visual:** el viaducto genera impacto paisajístico que debe gestionarse con diseño arquitectónico y vegetación, sin embargo, esto es mitigable. En cambio, el túnel tiene menor impacto visual, pero trae riesgos subterráneos y mayores costos.
- **Patrimonio ferroviario:** dada la necesidad explícita de liberar franja para el tren de cercanías, cualquier alternativa que afecte o entierre las vías (calzada a nivel) no cumple el requisito estratégico, por lo que queda descartada pese a economía aparente.
- **Plazo y programación:** el viaducto ofrece un balance entre rapidez de ejecución y menor interferencia en la operación futura del ferrocarril.

10.2.3. Recomendación

Con base en la matriz y en los requerimientos del proyecto (utilizar y liberar la franja férrea, respetar patrimonio, plazo y presupuesto razonable), se recomienda priorizar el Viaducto Elevado como alternativa preferente, sujeto a:

-
- Diseño que minimice impacto visual (alineamiento estético, tratamiento paisajístico).
 - Coordinación con FEPASA y autoridades patrimoniales para asegurar la compatibilidad con la rehabilitación ferroviaria y con la estación como bien cultural.
 - Implementación de un sistema constructivo diferenciado que limite cantidad y velocidad del paso de maquinarias pesadas.

11. CONCLUSIONES

Si bien la fase constructiva del proyecto presenta potencial para generar impactos ambientales y sociales, estos pueden ser controlados y minimizados mediante la aplicación estricta de un Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) estructurado, que incluye medidas específicas, programas de monitoreo, y mecanismos de control y participación social. En particular, los impactos sobre suelo, agua, aire y biodiversidad se encuentran dentro de niveles manejables, gracias al contexto de alta antropización en el área de influencia directa, lo que reduce la vulnerabilidad del entorno y favorece la eficacia de las medidas propuestas.

En el ámbito social, se reconoce que la etapa constructiva puede inducir un aumento temporal en la presión sobre servicios e infraestructura urbana, asociado al incremento de la población laboral. No obstante, esta dinámica también constituye una oportunidad para la generación de empleo y la dinamización económica local, fortaleciendo la resiliencia y el desarrollo comunitario.

La evaluación socioambiental destaca la elevada sensibilidad del patrimonio cultural, especialmente debido a la proximidad de la Estación de Tren de Luque y su sistema ferroviario, bienes catalogados y protegidos bajo un régimen especial. Para la evaluación específica de estos componentes se prevé la realización de una Evaluación de Impacto Patrimonial en base a las directrices de la Guía y Conjunto de Herramientas para la Evaluación de Impactos en el Contexto del Patrimonio Mundial, desarrollada por la UNESCO en 2022, reconocida internacionalmente por su rigor, que garantiza un abordaje técnico y socialmente responsable para la protección del patrimonio cultural.

La seguridad y la integridad de infraestructuras y terceros se identifican como aspectos críticos, dada la alta densidad urbana y el flujo vehicular y peatonal en la zona de obra. Se considera fundamental un abordaje preventivo y riguroso que contemple mecanismos de gestión del tránsito, monitoreo estructural y comunicación constante con las comunidades, elementos incorporados al PGAS para asegurar la mitigación efectiva de riesgos.

El Plan de Gestión Ambiental y Social se articula a través de un equipo multidisciplinario con amplia experiencia y un sistema de supervisión tripartito que integra a la concesionaria, la fiscalización técnica y la supervisión del ente contratante, asegurando la implementación eficaz y continua de las medidas establecidas.

El programa de monitoreo ambiental, integral y robusto, contempla subprogramas específicos para verificar el cumplimiento del PGAS, la vigencia de la licencia ambiental y la calidad ambiental del aire, agua y ruido, sustentados en líneas base

a ser levantadas antes del inicio de obras y evaluaciones periódicas durante el desarrollo del proyecto.

El EIAS del proyecto responde a una estrategia metodológica basada en un enfoque acumulativo, que permite integrar las particularidades de cada lote y tramo, facilitando una gestión ambiental segmentada, precisa y eficiente, que armoniza los intereses del proponente, la administración pública y las comunidades afectadas.

En suma, el proyecto es ambiental y socialmente viable, siempre que se mantenga la implementación estricta y permanente del PGAS, la comunicación efectiva con los actores involucrados y el cumplimiento de la normativa vigente. Así, la ejecución responsable del proyecto permitirá no sólo mitigar impactos negativos, sino también potenciar beneficios socioambientales sostenibles para el territorio y su población.

12. RECOMENDACIONES

Con el fin de reforzar la eficacia y los resultados del Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) propuesto y asegurar la viabilidad ambiental, social y cultural del proyecto, se establecen las siguientes recomendaciones específicas:

- **Ejecución rigurosa y sistemática del Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS):** Garantizar la implementación continua y exhaustiva de todas las medidas preventivas, correctivas, mitigadoras y compensatorias establecidas en el PGAS durante todas las etapas del proyecto, desde la construcción hasta la operación y mantenimiento.
- **Desarrollo y ejecución de la Evaluación de Impacto Patrimonial (EVIIP) como componente clave del proyecto:** Este instrumento deberá aplicarse bajo la coordinación y acompañamiento de la Secretaría Nacional de Cultura (SNC) y en el marco de la Mesa Coordinadora Interinstitucional creada para este fin. La EVIIP, basada en la metodología internacional de la UNESCO (2022), es esencial para asegurar la protección efectiva, preservación y gestión responsable del patrimonio cultural asociado, especialmente la Estación de Tren de Luque y sus elementos ferroviarios adyacentes.
- **Implementación de un protocolo constructivo exclusivo para la zona del viaducto elevado:** Considerando la alta sensibilidad de esta área y la proximidad con infraestructuras y terceros, es fundamental contar con un protocolo detallado y específico que garantice la seguridad estructural de las obras, la protección de las edificaciones y la integridad física de la población local. Este protocolo debe contemplar medidas de control de vibraciones, manejo de tránsito, comunicación constante con las comunidades y monitoreo técnico continuo.
- **Supervisión y monitoreo ambiental permanente:** Consolidar el programa de monitoreo ambiental que controla la calidad del aire, agua, ruido, suelo y biodiversidad, así como la efectividad de las medidas contenidas en el PGAS. Los resultados de este monitoreo deben analizarse periódicamente para permitir ajustes y correcciones oportunas durante la ejecución del proyecto.
- **Gestión responsable y eficiente del recurso hídrico:** Optimizar el uso del agua para actividades constructivas, evitando la extracción o contaminación de fuentes sensibles sin la debida autorización. Se recomienda implementar mecanismos estrictos para la prevención de vertimientos y la protección de cuerpos de agua cercanos.

- **Manejo adecuado y responsable de residuos sólidos y peligrosos:** Establecer procedimientos claros para la clasificación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos generados, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente y evitando impactos ambientales negativos derivados de vertidos o contaminación.
- **Control efectivo de emisiones atmosféricas y polvo:** Aplicar medidas de mitigación como el riego frecuente de caminos de tierra, mantenimiento adecuado de maquinaria y limitación de actividades generadoras de polvo en horarios sensibles para las comunidades, minimizando así molestias y riesgos para la salud pública.
- **Comunicación y participación ciudadana activa:** Mantener canales abiertos y efectivos de información y diálogo con las comunidades afectadas y otros actores relevantes, facilitando la presentación y gestión de quejas, reclamos y sugerencias. Se recomienda realizar reuniones informativas previas a cada fase de obra para garantizar la transparencia y fortalecer la confianza comunitaria.
- **Seguridad y salud ocupacional estricta:** Cumplir rigurosamente con los protocolos de seguridad para los trabajadores y adoptar medidas específicas para proteger la integridad física de la población local durante las actividades constructivas.
- **Rehabilitación y restauración ambiental post-obra:** Al concluir las obras, proceder con la recuperación y cierre ambiental de las áreas intervenidas (campamentos, zonas de acopio, canteras temporales, caminos auxiliares), restaurándolas a condiciones lo más similares posible al estado original o adecuándolas para usos comunitarios compatibles.
- **Cumplimiento riguroso de la normativa vigente:** Asegurar que todas las actividades del proyecto se ajusten estrictamente a la legislación nacional ambiental, vial, laboral y sanitaria, así como a los compromisos asumidos con las autoridades competentes.
- **Actualización de las líneas base ambientales previo al inicio de obra:** Realizar las campañas de levantamiento de la línea base ambiental establecidas en el PGAS en fechas muy próximas al inicio efectivo de las actividades constructivas. Esta actualización es clave para contar con datos de referencia altamente precisos, representativos y alineados con las condiciones reales del entorno en el momento previo a la intervención. Esta recomendación fortalece la robustez metodológica del estudio y brinda al proponente y a la autoridad ambiental una base comparativa más confiable para evaluar la evolución de los impactos a lo largo de la ejecución del proyecto.

-
- **Evaluaciones complementarias y actualizaciones continuas:** Ante cualquier modificación en el diseño, ampliación del alcance o eventualidades no previstas, se recomienda realizar evaluaciones ambientales complementarias y actualizar el PGAS, garantizando que las nuevas acciones no generen impactos adicionales no controlados.

13. BIBLIOGRAFÍA

Corporation, I. F. (2012). Normas de desempeño sobre sostenibilidad ambiental y social. Washington: IFC.

Dinerstein, E., D. Olson, D. Graham, A. Webster, S. Primm, M. Bookbinder & G. Ledec. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. WWF, Banco Mundial, Washington, D.C., 135 pp.

Espinoza, G. (2002). Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. BID/CED. Santiago, Chile. 246 p.

International Finance Corporation. (2013). Manual de buena práctica: Evaluación y gestión de impactos acumulativos: Guía para el sector privado en mercados emergentes. IFC/World Bank Group. <https://www.ifc.org>

MOPC–BID. (2016). Manual de Gestión Social. Asunción: MOPC–BID.

Páez Zamora, J. C., Quintero, J. D. & Scott–Brown, M. (2023). Guía Práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos en América Latina y El Caribe. BID Invest.

Rutas, R. d.–C. (2022). Política de diversidad e inclusión. Asunción: CR2y7–RDE.

Rutas del Este S.A. 2023. Memoria Red Vial Estructurante – Accesos Ruta PY02: Acceso Ruta PY 02 – Ypacaraí (Tramos 8 al 13) y Acceso Ruta PY 02 – San Bernardino (Tramos 14 y 16). 99 pp.

Semidei Mendieta, M. 2025. Estudio de Impacto Ambiental Preliminar. Proyecto Red Vial Estructurante – Accesos Ruta PY02: Acceso Ruta PY 02 – Ypacaraí (Tramos 8 al 13) y Acceso Ruta PY 02 – San Bernardino (Tramos 14 y 16). 261 pp.

UNESCO, ICCROM, ICOMOS, & IUCN. (2022). Guía y conjunto de herramientas para la evaluación de impactos en el contexto del Patrimonio Mundial (S. Court, E. Jo, R. Mackay, M. Murai, & R. Therivel, autores). UNESCO.